

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Medicina

**ANÁLISE DO IMPACTO TARDIO DA ESTRATÉGIA DE RACIOCÍNIO REFLEXIVO
ESTRUTURADA LIVRE, ADICIONADA DE PISTAS E POR EXEMPLO
TRABALHADO NA ACURÁCIA DIAGNÓSTICA DE ESTUDANTES DE MEDICINA**

GABRIELA ARAUJO COSTA

Belo Horizonte
2022

GABRIELA ARAUJO COSTA

**ANÁLISE DO IMPACTO TARDIO DA ESTRATÉGIA DE RACIOCÍNIO REFLEXIVO
ESTRUTURADA LIVRE, ADICIONADA DE PISTAS E POR EXEMPLO
TRABALHADO NA ACURÁCIA DIAGNÓSTICA DE ESTUDANTES DE MEDICINA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor.

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.

Linha de Pesquisa: Aspectos Gerais de Ensino e Assistência Pediátrica.

Orientador: Prof. Cássio da Cunha Ibiapina.

Coorientador: Prof. Leandro Fernandes Malloy-Diniz.

Belo Horizonte

2022

C837 Costa, Gabriela Araujo.
Análise do impacto tardio da estratégia de raciocínio reflexivo estruturada livre, adicionada de pistas e por exemplo trabalhado na acurácia diagnóstica de estudantes de medicina [recursos eletrônicos]. / Gabriela Araujo Costa. - - Belo Horizonte: 2022.
203f.: il.
Formato: PDF.
Requisitos do Sistema: Adobe Digital Editions.

Orientador (a): Cassio da Cunha Ibiapina.
Área de concentração: Saúde da Criança e Adolescente.
Tese (doutorado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

1. Educação Médica. 2. Raciocínio Clínico. 3. Memória de Longo Prazo. 4. Dissertação Acadêmica. I. Ibiapina, Cassio da Cunha. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. III. Título.

Bibliotecário responsável: Fabian Rodrigo dos Santos CRB-6/2697



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE MEDICINA - CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE
FOLHA DE APROVAÇÃO

**ANÁLISE DO IMPACTO TARDIO DA ESTRATÉGIA DE RACIOCÍNIO REFLEXIVO ESTRUTURADA LIVRE,
ADICIONADA DE PISTAS E EXEMPLIFICADA NA ACURÁCIA DIAGNÓSTICA DE ESTUDANTES DE MEDICINA**

GABRIELA ARAÚJO COSTA

Tese defendida em 28 de junho de 2022, como requisito para obtenção do grau de Doutora em CIÊNCIAS DA SAÚDE, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde-Saúde da Criança e do Adolescente e **APROVADA** pela Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação supramencionado da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes Professores Doutores: Cássio da Cunha Ibiapina – Orientador (UFMG), Ariovaldo Alberto da Silva Junior (Synapse Treinamento em Aprendizagem Ativa), Henrique Teruo Akiba (UNINOVE), Rachel Aparecida Ferreira Fernandes (UFMG), Paulo Augusto Moreira Camargos (UFMG).

Belo Horizonte, 28 de junho de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Cassio da Cunha Ibiapina, Professor do Magistério Superior**, em 29/06/2022, às 09:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Henrique Teruo Akiba, Usuário Externo**, em 29/06/2022, às 09:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rachel Aparecida Ferreira Fernandes, Professora do Magistério Superior**, em 29/06/2022, às 17:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ariovaldo Alberto da Silva Junior, Usuário Externo**, em 29/06/2022, às 19:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Augusto Moreira Camargos, Membro de comissão**, em 29/06/2022, às 21:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1555150** e o código CRC **600CDB7**.

A todos os meus alunos,
companheiros de busca pela excelência profissional
e principal motivo deste esforço
pelo aprimoramento do ensino médico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser fonte de confiança.

Aos professores Cássio Ibiapina, Leandro Malloy-Diniz, Rachel Fernandes, Marcos Vasconcellos, Alexandre Moura, Henrique Akiba e Alvaro Machado, “gigantes nos ombros dos quais me apoiei para enxergar além”. Em especial, ao meu orientador, Cassio Ibiapina, que cumpriu com zelo, tranquilidade e generosidade a tarefa de me orientar e estimular na busca de novos horizontes.

À Faculdade de Medicina do UNIBH, aos coordenadores, colegas de núcleo e alunos, que acreditaram no potencial do trabalho e possibilitaram sua realização. Agradeço imensamente aos hoje talentosos médicos Maria Clara Argolo, Beatriz Tiburcio, Lucas Torquette e Isabela Valladares, pelo cuidado e dedicação com que me auxiliaram, como alunos de iniciação científica.

À minha numerosa e amada família (Araujos, Costas, Teixeiras, Lessas, Hortas e Santos), pelo exemplo de trabalho e dedicação em tão variadas formas e pela compreensão de tantas ausências!

Aos meus amigos, especialmente ao Um de Nós, Azamigas, Poinha e Bia, Paula e Mamau, Rose e Renata, que foram acolhimento, estímulo, descanso, fonte de boas risadas e ótimos conselhos nessa caminhada nem sempre plana do doutorado.

A quatro criaturas extraordinárias, que foram meu combustível ao compartilhar a construção diária deste trabalho com paciência, amor incondicional, admiração e carinho: Angela, Lucas, Victor e Felipe.

***“Hoje me sinto mais forte, mais feliz, quem sabe? Só levo a certeza de que
muito pouco eu sei...”***

Almir Sater.

Resumo

Introdução: Estratégias educacionais que ajudam a reter, recuperar e aplicar a informação a longo prazo melhoram grandemente a eficiência e eficácia da educação médica e poupam tempo e recursos valiosos ao reduzir a necessidade de reaprender no futuro. A estratégia de reflexão estruturada favorece a capacidade de codificar com sucesso dados na memória a longo prazo e recuperá-los quando confrontados com uma situação de desencadeamento. Este estudo investigou os efeitos a longo prazo de diferentes modalidades da reflexão estruturada sobre a acurácia diagnóstica de estudantes principiantes, na resolução de casos clínicos e a atividade cerebral destes estudantes, relacionada a esforço mental, durante a fase de treinamento com a estratégia. **Método:** Sessenta estudantes de medicina do quarto ano participaram neste estudo experimental de quatro fases. Os participantes foram designados aleatoriamente para treinamento em um dos três grupos experimentais (reflexão estruturada livre, guiada por pistas ou por exemplos trabalhados) para diagnosticar 12 casos clínicos escritos. Após, em avaliações imediatas, intermediárias (sete dias após o treinamento) e finais (seis meses após o treinamento), os participantes diagnosticaram um novo conjunto de 12 casos, seis envolvendo as mesmas doenças observadas anteriormente. O principal desfecho avaliado foi a acurácia diagnóstica, comparada entre grupos experimentais em cada fase do estudo, utilizando medidas repetidas ANOVA. Para análise da atividade cerebral durante a fase de treinamento, foi utilizado registro eletroencefalográfico para cálculo de indicadores de esforço mental, comparados entre os três grupos experimentais, através do teste de Kruskal-Wallis. **Resultados:** A condição experimental e a fase de estudo foram significativamente associadas à acurácia diagnóstica ($p < 0,001$). O uso da reflexão estruturada resultou em melhores resultados de acurácia nos testes finais para todos os casos avaliados, em comparação com os resultados iniciais, independente do grupo experimental ($p < 0,001$). Os grupos que utilizaram a reflexão guiada por pistas e por exemplos trabalhados obtiveram melhores pontuações de acurácia diagnóstica em comparação com o grupo de reflexão livre, independente da fase do estudo ($p < 0,001$). Não houve associação entre a medida de esforço mental por indicador neurofisiológico e uso de diferentes estratégias de reflexão estruturada para resolução de casos clínicos. **Conclusão:** As três estratégias de reflexão utilizadas

no nosso estudo resultaram num efeito positivo a longo prazo na acurácia diagnóstica, sem diferenças significativas nos indicadores de esforço mental investido na tarefa.

Palavras chave: Educação médica; Raciocínio Clínico; Memória de Longo Prazo; Fadiga Mental

Abstract

Introduction: Educational strategies that help to retain, retrieve and apply information over the long term greatly improve the efficiency and effectiveness of medical education and save valuable time and resources by reducing the need to relearn in the future. The structured reflection strategy favors the ability to successfully encode data into long-term memory and retrieve it when faced with a triggering situation. This study investigated the long-term effects of different modalities of structured reflection on the diagnostic accuracy of beginning students, in the resolution of clinical cases and the brain activity of these students, related to mental effort, during the training phase with the strategy. **Method:** Sixty fourth-year medical students participated in this four-phase experimental study. Participants were randomly assigned to training in one of three experimental groups (free structured reflection, guided by cues or worked examples) to diagnose 12 written clinical cases. After, in immediate, intermediate (seven days after training) and final (six months after training) evaluations, the participants diagnosed a new set of 12 cases, six involving the same diseases observed previously. The main outcome evaluated was diagnostic accuracy, compared between experimental groups in each phase of the study, using repeated measures ANOVA. For analysis of brain activity during the training phase, an electroencephalographic record was used to calculate mental effort indicators, compared between the three experimental groups, using the Kruskal-Wallis test. **Results:** The experimental condition and the study phase were significantly associated with diagnostic accuracy ($p < 0.001$). The use of structured reflection resulted in better accuracy results in the final tests for all cases evaluated, compared to the initial results, regardless of the experimental group ($p < 0.001$). had better diagnostic accuracy scores compared to the free-thinking group, regardless of the study phase ($p < 0.001$). There was no association between the measurement of mental effort by neurophysiological indicator and the use of different strategies of structured reflection to solve clinical cases. **Conclusion:** The three reflection strategies used in our study resulted in a positive long-term effect on diagnostic accuracy, with no significant differences in the indicators of mental effort invested in the task.

Keywords: Medical education; Clinical Reasoning; Long Term Memory; mental fatigue

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAS	Sistema de atenção consciente
ACP	Análise de Componentes Principais
ANOVA	Análise de Variância
ANOVA-RM	Análise de variância por medidas repetidas
BCI	<i>Brain System Interface</i>
BOLD	<i>Blood-oxygen-level-dependent</i>
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
COEP	Comitê de Ética e Pesquisa
Dp	Desvio-padrão
EDF	<i>European Data Format</i>
EEG	Eletroencefalograma
FM	Faculdade de Medicina
Hz	Hertz
IC	Intervalo de confiança
ICA	Análise de componentes independentes
LINC	Laboratório Interdisciplinar de Neurociências Clínicas
LSD	<i>Least Significant Difference</i>
O₂	Oxigênio
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
QI	Quociente de Inteligência
RCP	Ressuscitação cardiopulmonar
REET	Raciocínio Clínico Estruturado com Estudo de Exemplo Trabalhado
REL	Raciocínio Clínico Estruturado Livre
REP	Raciocínio Clínico Estruturado com Pistas
RN	Recém-nascido
SNC	Sistema Nervoso Central
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TRI	Teoria de Resposta ao Item
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UNIBH	Centro Universitário de Belo Horizonte
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
WMT2	Teste das Matrizes Progressivas de Viena

SUMÁRIO¹

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Teorias sobre o processo de desenvolvimento do raciocínio clínico.....	19
1.1.1 <i>Memória humana, processamento dual e a formação de scripts mentais</i>	26
1.1.2 <i>Formação do script mental e retenção do conhecimento</i>	27
1.1.3 <i>Teoria da carga cognitiva</i>	29
1.1.4 <i>Agentes moduladores da habilidade de raciocínio clínico</i>	31
1.1.4.1 Conhecimento e experiência prévios.....	31
1.1.4.2 Autoeficácia.....	32
1.1.4.3 Esforço mental.....	33
1.1.4.4 Atenção.....	35
1.1.4.5 Metacognição.....	36
1.1.5 <i>Estratégias instrucionais na educação médica</i>	37
1.1.5.1 A prática reflexiva e a reflexão deliberada.....	39
1.1.5.2 Prática reflexiva estruturada guiada por pistas e por exemplos trabalhados: reduzindo a carga extrínseca durante a aprendizagem.....	42
1.2 A Neurociência do aprendizado.....	48
1.2.1 <i>Etapas neurobiológicas do aprendizado</i>	49
1.2.1.1 Codificação.....	49
1.2.1.2 Consolidação.....	50

¹ Este trabalho foi revisado com base nas novas regras ortográficas aprovadas pelo Acordo Ortográfico assinado entre os países que integram a Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP), em vigor no Brasil desde 2009. E foi formatado de acordo com a ABNT NBR 14724 de 2019. As referências seguiram o estilo de Vancouver.

1.2.1.3 Recuperação.....	50
<i>1.2.2 Indicadores neurofisiológicos do aprendizado.....</i>	<i>51</i>
1.2.2.1 Formas de medir os indicadores neurofisiológicos de aprendizado...	51
1.2.2.2 Emotiv®: dispositivo portátil de interface cérebro-computador para registro de EEG.....	53
1.2.2.3 Atividade cerebral associada à aprendizagem.....	54
1.2.2.4 Neuroanatomia e atividade cerebral.....	55
1.2.2.5 Estruturas cerebrais e as funções de aprendizado.....	56
1.2.2.6 Indicadores neurofisiológicos do aprendizado.....	59
2 JUSTIFICATIVA.....	64
3 OBJETIVOS.....	65
3.1 Objetivo geral.....	65
3.2 Objetivos específicos.....	65
4 ASPECTOS ÉTICOS.....	67
5 METODOLOGIA.....	68
5.1 Desenho do estudo.....	68
5.2 Participantes.....	70
<i>5.2.1 Recrutamento dos estudantes para participação no estudo.....</i>	<i>72</i>
<i>5.2.2 Local da coleta de dados com os estudantes.....</i>	<i>73</i>
<i>5.2.3 Total de alunos participantes.....</i>	<i>74</i>
<i>5.2.4 Alocação dos participantes nos grupos de estudo.....</i>	<i>74</i>

5.3 Dinâmica de atividades dos estudos.....	74
5.3.1 Questionário demográfico.....	74
5.3.2 Escala de autoavaliação do conhecimento teórico prévio e experiência clínica anterior.....	75
5.3.3 Teste de quociente de inteligência.....	75
5.3.4 Escala de autoeficácia.....	76
5.3.5 Casos clínicos.....	77
5.3.6 Fases do estudo e respectivas tarefas.....	79
5.3.6.1 Fase de treinamento.....	79
5.3.6.2 Registro do eletroencefalograma.....	84
5.3.6.3 Fase de teste imediato.....	87
5.3.6.4 Fase de teste intemediário.....	87
5.3.6.5 Fase de teste tardio.....	88
5.4 Devolutivas.....	89
5.5 Processamento e análise do registro de EEG.....	89
5.6 Análises estatísticas.....	91
5.6.1 Variáveis dos estudos.....	91
5.6.1.1 Variáveis independentes.....	91
5.6.1.2 Variáveis dependentes.....	93
5.7 Estatísticas descritivas.....	97
5.7.1 Teste <i>t</i> de Student para amostras independentes.....	97
5.7.2 Análise de variância (ANOVA) com 1 fator – oneway.....	97
5.7.3 Teste <i>t</i> de Student para amostras pareadas.....	98

<i>5.7.4 Análise de variância baseado num modelo de medidas repetidas.....</i>	98
<i>5.7.5 Análise de correlação de Pearson.....</i>	99
<i>5.7.6 Teste de Kruskal-Wallis.....</i>	100
<i>5.7.6 Probabilidade de significância (p).....</i>	100
6 RESULTADOS.....	117
6.1 Artigo Original 1: Conhecimento, acurácia diagnóstica e esforço mental durante resolução de caso clínico por estudantes de Medicina.....	118
6.2 Artigo original 2: Ensino do raciocínio clínico utilizando diferentes estratégias de reflexão: efeitos a longo prazo na acurácia diagnóstica de estudantes de medicina.....	139
6.3 Comunicado breve 1: Análise de esforço mental por indicadores neurobiológicos durante resolução de casos clínicos através de estratégias de raciocínio estruturado.....	164
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	182
ANEXOS E APÊNDICES.....	185

1 Introdução

Um dos principais determinantes da qualidade da assistência prestada ao paciente é a competência diagnóstica, definida como a capacidade de mobilizar recursos cognitivos para, a partir da história clínica, definir a hipótese diagnóstica mais provável e propor o tratamento adequado.¹ Por isso, um objetivo primordial da educação médica é capacitar os alunos para, com base na análise de um conjunto de sinais e sintomas apresentados por um paciente, chegar ao diagnóstico final preciso (acurácia diagnóstica) que permita o desenvolvimento de apropriada estratégia de tratamento.

Com esse fim, os professores devem auxiliar os alunos a organizar mentalmente as informações coletadas na anamnese, no exame físico e em dados de exames complementares para que, ao serem analisadas em conjunto e contextualizadas à realidade do paciente, possibilitem a delimitação de um diagnóstico. O raciocínio clínico é a expressão desse processo de pensamento e tomada de decisão associado à prática clínica² e seu ensino vem sendo assunto de pesquisa acadêmica e científica na área de educação médica por décadas; seus fundamentos teóricos têm sido estudados sob diferentes perspectivas e a totalidade do processo, com todas as suas nuances, ainda é pouco compreendida.^{3,4}

A pesquisa acadêmica sobre o raciocínio clínico pode ser dividida em duas grandes perspectivas: uma descritiva, que se concentra nas atividades cognitivas reais e nas ações dos médicos e estudantes de Medicina engajados no ato em si do raciocínio clínico; e uma prescritiva, que define modelos ótimos e racionais de raciocínio e investiga como e em que medida os médicos e estudantes se afastam desses modelos normativos.⁵

A perspectiva descritiva tem suas raízes na ciência do aprendizado e na Psicologia Cognitiva, que estudam como as pessoas aprendem. Concentra-se no raciocínio clínico como um domínio em que os problemas são complexos e há um papel claro para o conhecimento.⁶ Nessa linha, quatro temas principais se destacam: organização do conhecimento, processos cognitivos, estrutura do problema e características de especialização. A organização do conhecimento é um ponto

crucial da pesquisa na cognição em geral. Teorias da organização do conhecimento postulam ampla gama de construções explicativas (protótipos, esquemas, *scripts*, modelos mentais, redes, etc.) e abordam questões sobre aquisição, recuperação de conhecimento e transferência. Grande parte da pesquisa sobre raciocínio clínico aborda os vários processos cognitivos envolvidos, tais como a percepção e o “reconhecimento de padrões”, atenção focada, coleta e avaliação de informações, compreensão e construção de representação cognitiva de um problema clínico, todos fortemente influenciados pelo conhecimento prévio.⁷

A perspectiva prescritiva tem suas raízes na ciência da instrução, baseada em conceitos da computação, da economia e da teoria da probabilidade. Essas disciplinas fornecem modelos normativos para lidar com a incerteza sobre alternativas de decisão. Postulam que as pessoas são frequentemente falhas nesse processo; violam normativas lógicas e cometem erros previsíveis (vieses) porque usam atalhos cognitivos inconscientes (heurísticas) para tomarem decisões.⁸ A natureza defeituosa (segundo os adeptos da perspectiva prescritiva) do raciocínio clínico leva à pesquisa sobre a investigação das condições sobre as quais o médico raciocina clinicamente e a como identificar os vieses. O objetivo desta investigação é aprimorar o raciocínio por meio de intervenções educacionais baseadas em ferramentas de apoio à decisão, como forma de reduzir a variabilidade nas decisões médicas, derivada do raciocínio defeituoso e inconsistente.⁵

Uma das principais metas dos professores que formarão os futuros médicos é auxiliá-los a aprender a aprender, algo que levarão ao longo da vida profissional (*lifelong learning*).⁹ Compreender como funciona a aprendizagem é um primeiro passo nesse processo, porque métodos de instrução devem ser consistentes com o que sabemos sobre o sistema humano de processamento de informações. No entanto, a construção e manipulação de estratégias instrucionais que simulem situações para os alunos vivenciarem, com o objetivo de aprimorar seus conhecimentos, também dependem da compreensão de como essas estratégias funcionam, ou seja, a educação médica deve ser amparada por pesquisas que se baseiam tanto na ciência da aprendizagem quanto na ciência da instrução.¹⁰

1.1 Teorias sobre o processo de desenvolvimento do raciocínio clínico

O primeiro corpo de conhecimento teórico para explicar como se processa o raciocínio clínico foi proposto na década de 70, com base na teoria processual, um modelo analítico (hipotético-dedutivo) no qual cada pedaço de evidência (por exemplo, sinais, sintomas e resultados de exames complementares) era avaliado e vinculado a uma probabilidade condicional de um diagnóstico. Na medida em que o aluno iria coletando novas informações, passaria a rejeitar ou aceitar hipóteses, até chegar ao diagnóstico mais provável.¹¹

Esse modelo representa uma descrição dos processos mentais utilizados pelos estudantes de Medicina em fases iniciais de formação. Já foi validado por estudos empíricos e é a base para a educação médica moderna.¹² Embora permita planejar e avaliar o ensino do raciocínio clínico, retrata apenas o ponto de partida do processo e não explica a influência de fatores individuais no resultado, tais como a estrutura de conhecimento prévio do médico ou do estudante, a diferença de acurácia entre médicos experientes e novatos, as características e o contexto de cada paciente, bem como as limitações do sistema de saúde onde o profissional atua. É aplicável quando os dados clínicos de um paciente são vagos ou não se revelam todos ao mesmo tempo.¹³

Ao longo das décadas de 80 e 90, à medida que novas pesquisas sobre raciocínio clínico foram feitas, surgiu a teoria estrutural, segundo a qual processos não analíticos - baseados no reconhecimento de padrões similares de sinais e sintomas vistos anteriormente e comparação ao quadro atual - desempenham importante papel na definição final do diagnóstico.¹⁴ Essa teoria pode explicar a diferença de acurácia diagnóstica entre estudantes de Medicina e médicos experientes. Representações mentais de doenças permitem que o médico compare os dados de seu paciente com seus esquemas mentais correspondentes e permitem que o estudante compare os dados do paciente com seu conhecimento teórico prévio.¹⁵

A formação da representação mental de uma doença começa com a transformação semântica.¹⁶ Os dados clínicos são transformados com a ajuda dos qualificadores semânticos, que representam uma abstração dos achados clínicos (por exemplo,

ontem à noite = início agudo) e contribuem para a precisão do diagnóstico, pois associam o dado visto na prática à representação teórica à qual o estudante foi apresentado.¹⁷ Quando solicitado pelo professor a raciocinar sobre um caso, um aluno mais experiente utiliza qualificadores abstratos de semântica para descrever as descobertas do caso. Esses qualificadores são pareados com descritores opostos e podem ser usados para comparar e contrastar hipóteses diagnósticas.¹⁸ Os diagnosticadores bem-sucedidos usam qualificadores semânticos com mais frequência e em conjuntos mais diversificados em seus discursos do que os diagnosticadores que têm menos sucesso. Eles organizam os sintomas e sinais em sistemas coerentes de relações de qualidades abstratas e têm representação e compreensão mais ampla e profunda dos problemas. Mais acurácia diagnóstica e compreensão foram associadas a discursos semanticamente ricos, elaborados ou compilados.¹⁶

Para diagnosticar um problema clínico, os acadêmicos de Medicina inicialmente se concentram nos sintomas e abordam cada um deles separadamente, considerando suas causas biológicas e fisiológicas. Tendo adquirido mais experiência clínica, agrupam os sintomas relacionados em uma síndrome - processo conhecido como encapsulamento. À medida que progredem em sua formação, usam menos princípios fisiopatológicos e se concentram mais no reconhecimento de um padrão agrupado de sinais e sintomas.¹⁸ Nessa fase, são capazes de usar esse reconhecimento de padrão apenas nas síndromes mais comuns, devido à sua limitada experiência. Apresentam um diagnóstico diferencial genérico para a queixa principal, em vez de um específico do paciente, ou apresentam um diagnóstico diferencial separado para cada sintoma, em vez de um para o conjunto de sintomas. O resultado são a incerteza e o possível erro diagnóstico, especialmente se o reconhecimento de padrão for usado sem a consideração adequada da epidemiologia e dos fatores de predisposição ou de risco para a doença.^{19,20}

Ao adquirirem mais conhecimento, formam uma rede de "*scripts mentais*", que são arquivados na memória e traduzem a organização de conhecimentos em estruturas que contêm informações básicas sobre fisiopatologia, encapsuladas e coerentemente interligadas a informações mais explícitas sobre as manifestações clínicas das doenças, o contexto em que se desenvolvem e suas consequências.²⁰

Aperfeiçoam o uso dos qualificadores semânticos, criando uma representação de problema concisa e apropriada, reconhecendo as informações-chave para a comparação com os *scripts* mentais de doença já memorizados.¹⁷

Na etapa final da graduação, os estudantes organizam o conhecimento teórico e prático em esquemas lógicos, formados pela ligação de condições predisponentes, fisiopatologia e consequências.²¹ Ao ganharem experiência, ao longo das atividades práticas de atendimento, aprimoram sua capacidade de gerar diagnósticos diferenciais, com base nos achados clínicos do caso, comparando-os aos *scripts* mentais de doença que já têm disponíveis, direcionando a coleta de novos dados para avaliar cada hipótese, repetindo-se o processo até chegar com sucesso ao diagnóstico final.^{15,17,22}

A teoria de formação dos *scripts* mentais deriva de fundamentos sobre aprendizagem descritos por Piaget, segundo os quais o desenvolvimento cognitivo depende da aquisição de conhecimentos por vivências prévias e da organização desses conhecimentos em esquemas mentais construídos pela interligação de componentes variados a um significado.²³ Quando alguém se depara com uma situação a qual não tem correspondência com qualquer esquema mental já existente, um novo esquema será formado.^{23,24} Em analogia à teoria de Piaget, quanto maior e mais diversificado for o número de vivências clínicas de um médico em formação, mais amplo será o seu arquivo mental de *scripts* de doença, com representações clássicas e não clássicas de um mesmo diagnóstico.^{17,19} Ao se deparar com um novo paciente, os estudantes ou profissionais podem identificar um padrão de sinais e sintomas que se correlaciona com um ou mais dos "*scripts* de doença" arquivados em sua memória, favorecendo a solução automática e imediata do novo caso. Na eventualidade de não encontrarem um padrão prontamente reconhecível, como acontece, por exemplo, nas doenças raras, tentam resolver o problema pela análise cuidadosa de analogias, comparações e aproximações de modelos já conhecidos.^{20,22}

A utilização de reconhecimento intuitivo de padrões ou uso de análise para construção de novos modelos a partir de analogias com conhecimento prévio é a base do conceito de processamento dual do raciocínio humano em tomadas de

decisão. Esse conceito foi primeiramente proposto pelo psicólogo Daniel Kahneman⁸ e posteriormente adaptado ao processo que explica o funcionamento do raciocínio clínico. A dualidade refere-se ao uso de processos cognitivos ora intuitivos e automáticos, ora deliberados e reflexivos, na tomada de decisão.

Segundo Kahneman, o cérebro utiliza dois modelos de pensamento para a solução de problemas: o reconhecimento de padrões preexistentes, caracteristicamente rápido, intuitivo e automático, denominado “sistema 1”; ou a avaliação criteriosa da situação, caracterizada por processamento lento, analítico e intencional; denominado “sistema 2”.⁸ Esses sistemas trabalham de forma complementar – para a solução usual de problemas, utiliza-se primeiramente o sistema 1, que exige menos esforço mental. O sistema 1 trabalha a partir de heurísticas, regras simples ou “atalhos” que reduzem a complexidade das decisões, especialmente aquelas baseadas em crenças construídas a respeito de fatos e/ou processos que não são conhecidos com certeza.²⁵ O sistema 2 funciona como revisor do sistema 1, capaz de rejeitar ou modificar decisões que considere parcial ou completamente incorretas.

Transpondo essa teoria para o campo do raciocínio clínico, postula-se que o pensamento do sistema 1 utiliza reconhecimento de padrões, intuição e experiência para ativar *scripts* de doenças e chegar rapidamente, com mínimo esforço mental, a um diagnóstico (geração de hipótese). O sistema 2 utiliza raciocínio analítico e sistemático, que compara e contrasta *scripts* de doenças à luz de dados extraídos da história e do exame, considerando fatores demográficos, comorbidades e dados epidemiológicos (verificação de hipóteses). Nessa abordagem, os médicos testam hipóteses prováveis, usando informações adicionais para confirmar ou refutar diagnósticos diferenciais.^{2,26}

Ambas as formas de raciocínio clínico (analítica e não analítica) são aditivas, interativas e parte de um *continuum*, contribuindo para as decisões diagnósticas finais.¹⁷ Nas fases iniciais de formação, o processamento analítico prevalece, porque o arquivo de esquemas mentais de doenças é naturalmente restrito e, conseqüentemente, a definição de diagnósticos ocorre de maneira criteriosa, lenta e com mais esforço mental. À medida que o estudante progride ao longo do curso, ele enriquece seus “*scripts* mentais” de doença e refina o processo de teste de

hipóteses, reconhecendo pequenas diferenças de apresentação clínica, em que casos semelhantes poderão ter diagnósticos diferentes.¹⁵ Após adquirir experiência, o médico, frente a um caso clínico, gera hipóteses rapidamente, com base em raciocínio não analítico. Médicos mais experientes gerarão diagnósticos corretos com maior frequência e menos esforço mental que alunos, porque enriqueceram seus *scripts* mentais e têm um banco de dados maior para se referirem a experiências passadas.²⁷

Quanto mais experiente um médico se torna, mais amadurece o raciocínio clínico, tornando-se altamente eficiente na seleção de quando usar cada tipo de sistema de pensamento. A correspondência de padrões é a parte intuitiva e a simulação mental é a parte consciente, deliberada e analítica.^{17,18,21}

Segundo essa teoria, embora o sistema 1 seja altamente eficaz na solução de casos simples, é naturalmente mais sujeito a erros, por sua natureza irrefletida, sobretudo quando seu uso é descontextualizado, aumentando a probabilidade de erros diagnósticos, conhecidos como vieses cognitivos.^{28,29} Outros vieses que podem estar associados à abordagem não analítica são:²⁸

- a) Tendência de ancoragem: tendência de confiar demais e basear decisões a primeira informação extraída / oferecida pelo paciente;
- b) Viés de confirmação: tendência a procurar evidências para confirmar uma hipótese diagnóstica em vez de evidências para refutá-la;
- c) Viés de disponibilidade: tendência a confiar demais e basear as decisões em casos/ diagnósticos vistos recentemente;
- d) Viés de fechamento precoce: tendência a parar de procurar, após um diagnóstico parecer se encaixar no quadro clínico em atendimento, outros diagnósticos;
- e) Diagnóstico por impulso: tendência a continuar acreditando em um diagnóstico inicial atribuído a um paciente por outro clínico;
- f) Efeito de ambiguidade: tendência a privilegiar diagnósticos para os quais a probabilidade é conhecida sobre aqueles para os quais ela é desconhecida.

A percepção das heurísticas utilizadas pelo sistema 1 e dos erros resultantes como inerentes à condição humana levaram à busca de soluções que aumentassem a dependência do sistema 2 e, conseqüentemente, reduzissem os erros. Na literatura, isso foi amplamente testado por meio de estratégias de detecção consciente e retroativa dos erros, tais como diminuir intencionalmente a velocidade de raciocínio durante a avaliação de casos clínicos,³⁰ reduzir distrações³¹ e estimular a atenção consciente.³² Entretanto, essas estratégias não resultaram em melhoria da competência diagnóstica. Desde então, a atribuição de vieses ao sistema 1, exclusivamente, vem sendo considerada cada vez mais restritiva e equivocada, além de basear-se em evidências mínimas.

O viés de confirmação, que é uma busca ativa de informações para confirmar um diagnóstico, ou o viés de ancoragem, com direcionamento do diagnóstico a partir das primeiras informações obtidas do paciente, surgem durante momentos de ponderação explícita, que é uma atividade consciente do sistema 2. Tarefas complexas, como a tomada de decisão para um diagnóstico, utilizam uma gama de estratégias mentais que variam de "analíticas" a "intuitivas", o que pressupõe que ambos os sistemas de pensamento operam em conjunto, em variados graus, e representam o pólo em um *continuum*, estando ambos sujeitos a erros.³³ O desempenho na execução da tarefa é fortemente influenciado pelo conhecimento prévio que um indivíduo possui sobre o problema que terá que solucionar. A qualidade do conhecimento que o médico ou estudante de Medicina possui é que influencia diretamente a heurística.³⁴

Estudo realizado com médicos residentes do segundo ano³⁰ mostrou que simplesmente encorajar o profissional a focar a atenção e gastar mais tempo para elaborar um diagnóstico, privilegiando o pensamento analítico, não foi suficiente para melhorar a precisão diagnóstica, fortalecendo a hipótese de que erros diagnósticos são, comumente, produto de combinações de conhecimento inadequado e falhas em processos que requerem atenção e racionalidade no uso de tempo. Em outro estudo, médicos residentes diagnosticaram 16 casos em uma primeira etapa e tiveram a oportunidade de refletir sobre cada caso e revisar seus diagnósticos em uma segunda etapa. Não houve aumento significativo na acurácia diagnóstica mesmo após o momento de revisão concedido na segunda etapa,

sugerindo que o desempenho diagnóstico não é modulado apenas por manejo de sistemas de raciocínio ou identificação de vieses cognitivos, mas também por experiência e conhecimento prévios.³⁵ Para alcançar sucesso no ensino do raciocínio clínico, faz-se necessário reconhecer o poder de raciocínio do sistema 1 e elaborar estratégias que melhorem a amplitude e a profundidade do conhecimento experiencial usado por este sistema.³⁶

A identificação de múltiplos tipos de aprendizagem, com diferentes formas de processar informações, retê-las e lembrá-las quando necessário, está diretamente relacionada às características individuais e à estratégia educacional (ou à combinação de estratégias) que deve ser utilizada em cada etapa do aprendizado.³⁷ Os professores devem avaliar como os alunos enfrentam a incerteza e detectar quando o processo de raciocínio é inviabilizado por limitações no conhecimento ou na experiência, por vieses ou aplicação inadequada do pensamento analítico e não analítico.^{28,38}

Além das interações entre os diferentes tipos de sistema de raciocínio, a característica do problema a ser solucionado também interfere no resultado final. Para otimizar o desempenho, a abordagem cognitiva a ser ensinada ao estudante de Medicina na resolução de casos deve ser apropriada para as propriedades da tarefa. A quantidade de informações no caso clínico, a forma como são apresentadas e a natureza delas (perceptuais ou objetivas) podem induzir o raciocínio para o polo intuitivo ou o analítico. Entre estudantes com pouca experiência clínica, o uso de técnicas puramente analíticas, por exemplo, pode levar à sobrecarga de informações, dificultando a associação entre os dados do exame clínico e resultados de exames complementares a uma única hipótese diagnóstica.³⁹

A flexibilidade cognitiva entre sistema 1 e sistema 2 de raciocínio também pode acomodar diferenças de desempenho entre médicos experientes e novatos. Médicos experientes percebem os recursos apresentados em um caso clínico de forma holística, por reconhecimento direto de padrões de sinais e sintomas ou por geração de uma hipótese provável que precisa de poucos dados adicionais para confirmação. Os novatos, a quem falta essa experiência, apoiam-se na abordagem analítica,

porque há muitos dados não reconhecidos de forma intuitiva e nenhuma “fórmula” (padrão de reconhecimento) para se chegar a um diagnóstico.³³

1.1.1 Memória humana, processamento dual e a formação de scripts mentais

Conforme visto na seção anterior, o diagnóstico médico é, basicamente, uma tarefa de categorização e reconhecimento⁴⁰ e há evidências suficientes que sustentam a teoria de que experiências anteriores com casos semelhantes influenciam a precisão do diagnóstico atual.⁴¹ A tarefa de reconhecimento propõe que um item ou pessoa visto anteriormente pode ser reconhecido por meio de um processo de lembrança que recruta detalhes específicos sobre o evento anterior e um processo baseado em familiaridade, que é mais vago. Por exemplo, pode-se reconhecer que um padrão de sintomas foi visto antes a partir da lembrança dos detalhes de uma descrição idêntica em um livro, por uma vaga sensação de que um padrão semelhante foi visto antes em outro paciente ou por alguma combinação dos dois processos.⁴² Ambos são igualmente suscetíveis a influências ambientais ou contextuais, portanto, igualmente suscetíveis a erros.⁴³ Aprender novas informações também depende de experiências previamente armazenadas, pois a familiaridade pode ativar o conhecimento armazenado, enquanto a lembrança pode facilitar associações entre informações antigas e novas na memória e ajudar a definir como as novas informações são percebidas.⁴⁴

Há claramente sobreposição entre um modelo de raciocínio baseado em memória, envolvendo formas de conhecimento analítico e experiencial e modelos de processamento duplo, em que o sistema 1 equivale à recuperação de experiências anteriores que ocorre em uma escala de tempo da ordem de centenas de milissegundos³³ e o sistema 2 está relacionado à aplicação de regras relacionando características a categorias. Ambos enfatizam a natureza do conhecimento recuperado.⁴⁵

A memória humana funciona em três instâncias: memória sensorial, memória de trabalho (ou de curta duração) e memória de longo prazo.⁴⁶ A memória sensorial é a responsável por captar e processar informações do mundo externo, através dos órgãos sensoriais. A memória de trabalho codifica essas informações em tempo real

e as compara a informações prévias, recuperadas da memória de longo prazo; integra as novas informações e experiências com o que já foi aprendido; descarta informações não relevantes e associa as restantes a esquemas mentais armazenados como uma informação única, economizando espaço de arquivo. Se esse processo for repetido, ocorre a sedimentação do esquema mental na memória de longo prazo, que pode ser recuperado mediante uma nova entrada sensorial que requisite, por analogia, esse esquema armazenado.⁴⁷

A memória de trabalho é uma instância fundamental para a gestão de tarefas cognitivas complexas, como solução de problemas e tomada de decisão.⁴⁷ Entretanto, tem limites importantes em sua capacidade de processamento de muitas informações ao mesmo tempo, o que é o principal gargalo no processamento cognitivo de novas informações.⁴⁸ Ao lidar com informações completamente novas e desorganizadas, sofre uma sobrecarga porque, enquanto o número de elementos que precisam ser organizados aumenta linearmente, o número de combinações possíveis de elementos que devem ser testados para garantir a eficácia durante a resolução de um problema aumenta exponencialmente.

Esse problema de crescimento exponencial pode ser resolvido limitando o número de unidades de informação que são processadas simultaneamente. Processos de aprendizagem, como construção e automação de esquemas mentais, organizam várias informações em um mesmo “pacote”, processado como uma única informação, a ser enviada à memória de longo prazo. Na educação médica, a utilização dos *scripts* mentais de doenças potencializa a organização do conhecimento, reduzindo a carga da memória de trabalho, porque mesmo um esquema altamente complexo pode ser tratado como um elemento único ou “pacote”.⁴⁹

1.1.2 Formação de script mental e retenção do conhecimento

Desde o trabalho pioneiro de Ebbinghaus,⁵⁰ os cientistas geralmente estudam o aprendizado humano e a memória a partir de uma técnica que consiste na exposição de um conteúdo definido seguida de uma testagem, habitualmente após curto período, para mensurar objetivamente a quantidade de informação que foi retida. À medida que esse procedimento é repetido, uma curva exponencial de aprendizado é

produzida. A suposição padrão em quase todas as pesquisas do gênero mostra que a aprendizagem ocorre enquanto as pessoas estudam e codificam o material. Recuperar informações em um teste é considerado um evento relativamente neutro, que mede a aprendizagem que ocorreu durante o estudo, mas não produz aprendizagem por si só. O senso comum compartilhado entre alunos e educadores é que se a informação pode ser recuperada da memória, ela foi aprendida e pode ser descartada da prática adicional, para que os alunos possam concentrar seus esforços em outro material.⁵¹

A maioria dos estudos relacionados à retenção de conhecimento e habilidade concentra-se em resultados de curto prazo, baseando-se em uma suposição que é frequentemente falsa: o desempenho de curto prazo é um bom preditor de desempenho durante longos períodos. Entretanto, o domínio demonstrado durante ou imediatamente após o aprendizado pode ser facilmente perdido nas semanas e meses seguintes, se não houver estímulo frequente à recuperação do conhecimento.^{52,53} Estudos mostraram que parte substancial do conhecimento básico e de habilidades adquiridas durante a graduação médica é esquecida ao longo do curso.^{53,54} Tradicionalmente, no ensino médico, dedica-se uma quantidade substancial de esforços para facilitar a aprendizagem inicial, mas comparativamente pouco esforço para mantê-la.⁵⁵

Um dos principais objetivos da educação médica deve ser ajudar os alunos a adquirir grande corpo de conhecimento, que possa ser retido por muito tempo e recuperado quando precisarem aplicá-lo no futuro, no atendimento aos pacientes. Estratégias instrucionais que melhorem a retenção de informações em longo prazo melhorariam muito a eficiência e eficácia da educação médica; também economizariam tempo e recursos valiosos, reduzindo a necessidade de reaprendizagem futura.⁵⁵

Embora várias pesquisas em educação médica tenham se concentrado no desenvolvimento de métodos eficazes de ensino e na criação de ferramentas de avaliação válidas e confiáveis, menos atenção tem sido dedicada à identificação de intervenções e estratégias educacionais que possibilitem a transferência entre a aprendizagem inicial e a avaliação e aplicação subsequentes, ou seja, a retenção de

conhecimento em longo prazo.⁵⁶ No contexto da educação médica e de construção do raciocínio clínico, os esquemas mentais de doenças aprendidos ao longo da graduação refinam-se a cada etapa da formação, com a aquisição progressiva de conhecimentos semiológicos e propedêuticos. Para que a tarefa de transferência entre a aprendizagem atual e a aplicação futura, em um âmbito prático, seja feita, a construção do esquema, a partir de frequentes recuperações e remodelagens, torna-se um componente crítico para a solução de problemas. A abstração do esquema durante as atividades de recuperação é crucial para que a transferência ocorra de forma eficaz. Essa abstração é facilitada quando os procedimentos e estratégias de domínio do conteúdo são bem definidos. Tais descobertas fornecem a base para uma visão integrada do ensino do raciocínio clínico, com base em estratégias que favoreçam a codificação racionalmente organizada de informações que comporão o esquema mental de doenças e a abstração autodirigida desse esquema nas atividades de recuperação.⁵⁷

A construção inicial cuidadosa de scripts mentais de doença está em acordo com o princípio de processamento apropriado de transferência. Segundo este princípio, o acesso espontâneo e a recuperação (lembrança) de procedimentos formais previamente aprendidos para a solução bem-sucedida de um problema serão facilitados se os processos envolvidos durante o aprendizado inicial se assemelharem aos processos necessários para o bom desempenho na recuperação.⁵⁷ Estudos em Psicologia Cognitiva têm demonstrado que o desempenho da memória depende de uma correspondência entre as pistas que foram presentes durante o aprendizado inicial e aquelas que são fornecidas na recuperação.^{58,59} Com essa prática elaboram-se o traço de memória e a criação de rotas mentais de recuperação adicionais, o que torna mais provável que a informação seja recuperada com sucesso novamente no futuro.⁶⁰

1.1.3 Teoria da carga cognitiva

A teoria da carga cognitiva postula que existem três formas de cargas cognitivas relacionadas à aprendizagem: a) intrínseca, relacionada à dificuldade do problema a ser solucionado e ao esforço utilizado para memorizar uma informação; b) extrínseca, relacionada a dados irrelevantes que se apresentam no problema e ao

esforço necessário para separá-los dos dados relevantes; c) pertinente, relacionada à aprendizagem e ao desenvolvimento de esquemas mentais e ao esforço exigido para o processamento, construção e automatização desses esquemas.⁶¹

A teoria assume que há uma limitação da memória de trabalho, que comporta cinco a nove informações e processa ativamente não mais do que dois a quatro elementos simultaneamente. Esta memória é capaz de lidar com informações por até 20 segundos, a menos que seja atualizada por associações a informações da memória de longo prazo.⁶² A capacidade limitada da memória de trabalho só se aplica a novas informações obtidas por meio da memória sensorial; este limite não existe ao lidar com informações recuperadas da memória de longo prazo, que contêm esquemas cognitivos que variam em seu grau de complexidade e automação.⁴⁹ A aprendizagem é o desenvolvimento e automação dos esquemas, que são construções cognitivas que organizam os elementos de informação com base na forma como serão tratados.

Os métodos de instrução baseados na teoria da carga cognitiva otimizam o aprendizado por meio da redução da carga extrínseca, ajustando a carga intrínseca ao estágio de desenvolvimento do aluno e selecionando estratégias que privilegiam a carga pertinente.⁴⁸ Como o esquema é uma estrutura cognitiva que organiza os elementos de informação com base na maneira como eles são processados, ele pode, quando bem construído, diminuir a interatividade dos elementos, reduzindo assim a carga cognitiva intrínseca.⁶³

Contextualizando a educação médica na teoria da carga cognitiva, observa-se que os estudantes em fase inicial de formação organizam o conhecimento das áreas básicas associado aos quadros clínicos patológicos em estruturas denominadas “redes causais”, que explicam as relações de causa e consequência das doenças.²⁰ Quando iniciam o atendimento a pacientes, estabelecem relações entre os sinais e sintomas apresentados por um paciente e os esquemas formados na fase inicial do curso, relacionando-os a uma doença específica. Como as informações, nessa etapa, estão compartimentalizadas e pouco interligadas, o processo que leva a um diagnóstico é lento, exige esforço mental considerável e é bastante suscetível a erros.⁶⁴ Quanto mais experientes e expostos repetidamente a casos clínicos

semelhantes, mais os alunos refinam o processo de reconhecimento, reorganizando e “encapsulando” os conhecimentos iniciais isolados, associando manifestações clínicas a grupos de doenças. Com o passar do tempo, os esquemas mentais formados a partir do encapsulamento de conhecimentos acumulam-se na memória de longo prazo e modificam-se após novas experiências, determinando avanço na capacidade de elaboração de diagnósticos, com menos esforço mental.^{19,37,65}

1.1.4 Agentes moduladores da habilidade de raciocínio clínico

O desempenho do raciocínio clínico é altamente específico em relação ao conteúdo e ao contexto. Tão desafiador quanto ensinar a raciocinar é o crescente reconhecimento de que, dentro do mesmo domínio de conteúdo, o entorno da tarefa influencia o desempenho. Variáveis como fadiga, stress, experiência com pacientes imediatamente precedentes, relacionamento com a equipe de trabalho, atendimento em ambiente hospitalar *versus* ambulatorial têm impacto direto na acurácia diagnóstica.^{66,67} No escopo desta tese, embora seja altamente instigante o estudo das variáveis sociais e ambientais, o foco é a discussão das variáveis acadêmicas e instrucionais.

1.1.4.1 Conhecimento e experiência prévios

Problemas com o raciocínio clínico frequentemente ocorrem devido a conhecimento inadequado, falhas na coleta de dados e abordagem inapropriada no processamento de informações. Como visto anteriormente, o desafio atual dos educadores é reduzir a carga extrínseca e/ou favorecer a carga pertinente, com base em estratégias educacionais que podem ser usadas para incentivar a aquisição de habilidades de raciocínio clínico, tais como: exposição a ampla variedade de casos; ativação de conhecimentos prévios; desenvolvimento e refinamento de *scripts* de doenças; compartilhamento de estratégias especializadas para chegar a um diagnóstico, estimulando alunos a priorizar diagnósticos diferenciais; incentivo à reflexão deliberada, metacognição e uso rotineiro de *feedback* oportuno.^{63,68-70}

Kiesewetter e colaboradores utilizaram um modelo teórico adaptado para investigar as ações cognitivas em que os estudantes de Medicina estão engajados ao lidar

com um caso e como os padrões dessas ações estão relacionados à solução correta.⁷¹ Vinte e três estudantes de Medicina trabalharam em três casos de Nefrologia clínica usando o método *think-aloud*, que consiste em solicitar a um aluno que pense em voz alta enquanto resolve um caso clínico. Foram codificadas oito ações cognitivas cruciais para o diagnóstico correto, que exemplificam um modelo de raciocínio clínico: denominação, análise e exploração de sinais e sintomas; planejamento e implementação de estratégias que confirmem o diagnóstico; avaliação dos dados a partir dos sinais e sintomas e resultados de exames; representação do problema; e integração das informações para se chegar a um resultado. Neste estudo, a avaliação, a representação e integração das ações cognitivas foram fundamentais para a acurácia diagnóstica e estiveram intimamente ligadas ao conhecimento prévio e à forma como se encontra organizado na memória.⁷¹ Esta ligação foi confirmada em estudos recentes,^{30,72,73} que definem a experiência e o conhecimento prévios como os principais responsáveis pelo sucesso em encontrar o diagnóstico correto.

Ter conhecimento bem organizado e experiência prévia relacionados a uma doença diminui as cargas cognitivas intrínseca e extrínseca impostas quando o aluno se depara com um paciente com um quadro clínico semelhante a um visto anteriormente, além de favorecer a carga pertinente. Quanto mais pacientes com quadro semelhante o aluno atende, mais automatizados se tornam os *scripts* mentais de doença, não requerendo mais processamento controlado, o que libera ainda mais recursos para a memória de trabalho⁶³ e favorece a acurácia diagnóstica.

1.1.4.2 Autoeficácia

Autoeficácia é definida como a crença do indivíduo na própria capacidade de influenciar eventos que afetem sua vida, funcionando como um importante determinante da autorregulação humana.⁷⁴ Ela influencia o nível de motivação e modula o empenho e a persistência do indivíduo frente a um desafio, orientando padrões de pensamento, reações emocionais e a quantidade de esforço que o indivíduo mobiliza para alcançar um objetivo.⁷⁵

No ambiente acadêmico, a autoeficácia refere-se a pensamentos, sentimentos e ações autogerados, planejados e sistematicamente adaptados conforme necessário, para potencializar o aprendizado e a motivação.⁷⁶ Um dos principais determinantes da crença de autoeficácia é a experiência pessoal significativa que, quando exitosa, será traduzida pelo indivíduo como uma competência, passível de ser replicada.⁷⁷ O contexto em que ocorrem as experiências exitosas, bem como o fato do indivíduo atribuir o sucesso ao acaso ou à sua habilidade, influenciam em como estas experiências podem modular o nível de autoeficácia, afetando experiências futuras semelhantes.⁷⁸

Professores, colegas e indivíduos com os quais o aluno se identifica, que definiram cursos de ação, criaram estratégias e alcançaram objetivos semelhantes àqueles que o aluno pretende alcançar, podem exercer o papel de exemplo modelador da autoeficácia. Os alunos, como observadores, se comparam a esses exemplos, fazendo julgamentos sobre suas próprias capacidades acadêmicas e competências e estão mais propensos a alterar suas crenças de autoeficácia baseados no sucesso ou fracasso destes modelos.⁷⁹

A utilização de escalas de autopercepção de atitudes é a maneira mais adequada de se mensurar a autoeficácia em estudos científicos. São construídas de acordo com o domínio que se pretende estudar e contam com perguntas no tempo presente a serem respondidas pelo próprio avaliado, usando-se a escala do tipo Likert. Essas escalas avaliam aspectos intrínsecos do sujeito, o julgamento que ele faz em relação à própria capacidade para realizar ações relativas ao domínio pesquisado e refletem a capacidade do indivíduo de alcançar metas, manter-se motivado e superar obstáculos.⁸⁰ A autoeficácia é capaz de interferir no desempenho de funções executivas complexas, tais como a resolução de casos clínicos, e pode ser influenciada pela forma inicial de aprendizado, especialmente se este for exitoso.^{75,79}

1.1.4.3 Esforço mental

O esforço mental é a capacidade cognitiva alocada para acomodar as demandas impostas por uma tarefa.¹³ A intensidade do esforço despendido pelos alunos para resolver um problema é frequentemente considerada um índice de carga cognitiva.⁸¹

Especialmente para iniciantes que aprendem uma tarefa cognitiva complexa, esta capacidade pode ser um fator limitante do sucesso na realização da tarefa. Medidas isoladas de desempenho, como a acurácia na resolução de casos clínicos, podem não apresentar déficits com o aumento da complexidade da tarefa porque os sujeitos são capazes de investir mais esforço mental para compensar o aumento da carga cognitiva. Em um contexto educacional, a medição de esforço mental, portanto, pode render informações importantes sobre os custos cognitivos em que o desempenho é alcançado e sobre a eficiência relativa das condições de ensino, que não são necessariamente refletidas em medidas baseadas apenas no desempenho.¹³

A quantidade de esforço que os alunos precisam investir para concluir uma atividade pode ser um bom indicador da qualidade de seu modelo mental do procedimento de solução, porque quanto maior for o nível de habilidade dos alunos, maior será sua eficiência de desempenho (ou seja, maior precisão alcançada em menos tempo e com menos esforço). Por isso, medir o esforço mental desempenha um papel central na pesquisa em design instrucional. Dar aos professores a percepção da quantidade de esforço mental que os alunos investiram em uma tarefa pode melhorar o monitoramento e regulação sobre o aprendizado deles.⁸²

Três classes principais de técnicas de medição de esforço mental podem ser distinguidas: 1) índices subjetivos; 2) índices psicofisiológicos; e 3) índices baseados em desempenho.⁸³ Técnicas subjetivas usam classificação em escalas para relatar o gasto de esforço, baseadas na suposição de que os sujeitos são capazes de auto avaliar seus processos cognitivos e relataram a quantidade de esforço mental despendido. Tais escalas são sensíveis a diferenças relativamente pequenas na carga cognitiva e são consideradas, pela literatura atual, válidas, confiáveis e pouco invasivas.^{82,83} As técnicas psicofisiológicas usam índices como diâmetro pupilar, variabilidade da frequência cardíaca e alterações em atividade cerebral relacionados à resolução da tarefa. Essas técnicas baseiam-se no pressuposto de que as mudanças no funcionamento cognitivo se refletem no funcionamento fisiológico. As técnicas baseadas em desempenho usam características objetivas da tarefa, como tempo de resposta e qualidade de resultados alcançados para obter informações indiretas sobre o esforço mental.⁸³

A eficiência instrucional de uma estratégia de ensino pode, então, ser medida com base no desempenho e no esforço mental investido para atingir este desempenho ao utilizar a estratégia.⁸⁴ Essa medida pode fornecer informações interessantes para a prática educacional, por exemplo, quando dois formatos de instrução levam a resultados de teste iguais, mas se o primeiro exige que os alunos invistam mais esforço durante o treinamento do que o segundo, o segundo parece mais aconselhável para implementação prática.⁸⁵

Nas pesquisas mais recentes sobre estratégias instrucionais, o objetivo principal tem sido encontrar formatos instrucionais que reduzem a carga cognitiva extrínseca e aumentam a carga pertinente, o que desafia o aluno iniciante a investir esforço em processos que são relevantes para a aprendizagem. Quando uma tarefa tem alta carga extrínseca, requer altos níveis de investimento de esforço mental, mas esse esforço é investido em processos que não contribuem para o aprendizado. Por outro lado, quando uma tarefa é de alta carga pertinente, também requer altos níveis de esforço mental, mas esse esforço é investido em processos que fomentam a aprendizagem.⁸⁶

Durante os experimentos com estratégias instrucionais de raciocínio clínico, medidas de carga cognitiva em combinação com medidas de desempenho fornecerão uma visão mais detalhada sobre o nível de aquisição e automação de esquemas mentais do que apenas medidas de desempenho.⁸⁷

1.1.4.4 Atenção

A atenção é vista como a pedra angular da memória de trabalho.⁸⁸ As representações da memória de trabalho são vulneráveis à distração e interferências do ambiente e do indivíduo. Quando a entrada de estímulos sensoriais não estiver mais presente, a atenção sustentada é crucial para manter as informações na memória de trabalho. Se todas as informações a serem mantidas couberem dentro do foco de atenção, um processo de manutenção ativa dessas informações se inicia, facilitando a permanência do conteúdo atual na memória de trabalho. Se houver mais coisas para manter do que cabe no foco de atenção, um esforço adicional e nova ativação de redes neurais precisam complementar o processo de manutenção

ativa. Na fase de recuperação da informação, a atenção seletiva facilita a associação das novas informações com aquelas mantidas na memória de trabalho.⁴⁷

O princípio de *design* de atenção dividida foi proposto com base em resultados empíricos e na teoria da carga cognitiva.⁸⁹ Segundo esse princípio, as várias fontes de informação devem ser apresentadas de forma que os alunos não precisem dividir sua atenção entre elas, o que contribui para a redução da carga extrínseca. Por exemplo, a fim de integrar um texto de instrução em uma imagem, o texto precisa ser segmentado. Posteriormente, os segmentos devem ser posicionados perto dos elementos da imagem a que se referem.⁹⁰ Estratégias instrucionais que utilizem casos clínicos para ensino do raciocínio devem seguir esse princípio: fotos de lesões devem estar próximas da sua descrição, no exame físico; exames complementares devem ser apresentados após a anamnese e o exame físico. Dessa forma, garante-se a continuidade da atenção focada e o aluno é ensinado a organizar seu raciocínio respeitando-se a hierarquia dos dados clínicos sobre os exames, que são, como o próprio nome diz, complementares.

A aprendizagem cognitiva multimídia, definida como o aprendizado com palavras e imagens,⁸⁹ favorece a atenção focada, ao integrar modelos verbais (palavras) e pictóricos (figuras, gráficos, fluxogramas e tabelas) e associá-los ao conhecimento prévio, ativando a memória de longo prazo. O isolamento visual de diferentes informações em segmentos pictóricos pode favorecer a aprendizagem, por requerer menos esforço mental.^{90,91}

1.1.4.5 Metacognição

Metacognição é a consciência e o controle da aprendizagem ou o conhecimento e o pensar sobre o próprio conhecimento. A regulação da cognição se refere a um conjunto de habilidades essenciais que ajuda os alunos a controlar sua aprendizagem, tais como planejamento, monitoramento e avaliação, o que é decisivo para o sucesso acadêmico e profissional.⁹²

Pesquisas demonstraram que os alunos bem-sucedidos academicamente usam estratégias metacognitivas, especialmente identificação de objetivos,

automonitoramento, autoquestionamento, escolha racional de seus comportamentos e autoavaliação.^{93,94} Na Medicina, além de sua definição geral, a definição de metacognição perpassa por diferentes domínios, como a verificação do raciocínio clínico para evitar erros diagnósticos, a visão empática da doença sob a perspectiva do paciente ou a avaliação de riscos e benefícios sobre diferentes opções de tratamento para uma mesma doença. Essas habilidades devem ser ensinadas para que os futuros médicos sejam capazes de continuamente avaliar, monitorar e melhorar seu desempenho, de forma integral.⁹⁵

A metacognição ajuda o aluno a aprender em profundidade, lembrar-se do conhecimento facilmente e escolher e usar estratégias de aprendizagem precisas, além de perceber seus pontos fortes e fracos. No desenvolvimento de currículos para escolas de Medicina, os educadores devem se concentrar em ensinar o conteúdo, mas também ferramentas que possibilitem a autonomia do aluno na regulação de sua aprendizagem e o capacitem a aprender ao longo de toda a vida.⁹⁶

1.1.5 Estratégias instrucionais na educação médica

Historicamente, a grade curricular inicial do curso de Medicina é composta de disciplinas que ensinam informações conceituais básicas, muitas vezes dissociadas de seus significados clínicos. Quando o aluno inicia o atendimento a pacientes, começa também o já conhecido encapsulamento de esquemas mentais de doenças, que ocorre de forma aleatória e variada, de acordo com as experiências e preferências individuais dos aprendizes²⁰. Recentemente, várias instituições de ensino médico têm aderido à proposta de currículos integrados, com estratégias instrucionais que privilegiam a inserção precoce do aluno na prática clínica, promovendo a resolução de problemas com nível de complexidade adaptado ao momento do curso, como forma de potencializar a integração de conhecimentos e a formação de esquemas mentais de doença.⁹⁷⁻⁹⁹

Essas estratégias baseiam-se no princípio das metodologias ativas de ensino-aprendizado que privilegiam o aluno como sujeito da aprendizagem, apoiado no professor como facilitador e mediador do processo, com vistas à formação integral e adequada do estudante. As metodologias ativas visam tornar o aluno um sujeito

reflexivo, que consiga verificar a realidade e construir conhecimento, estimulando-o a analisar, refletir, verificar soluções para os seus problemas e, a partir de suas análises, realizar escolhas e tomar decisões. Essa proposta está alinhada a uma grande vertente de pesquisa em Psicologia Educacional, concentrada no construtivismo, que enfatiza a construção pelos alunos de seus próprios sistemas pessoais de posição.⁹⁸ De acordo com essa teoria, a lembrança dos fatos só é importante na medida em que representa a estrutura de por que a informação é importante e como os itens de conhecimento funcionam juntos.^{29,97}

O crescente avanço do conhecimento científico e tecnológico vem transformando rapidamente as formas como o conhecimento é transmitido durante a graduação. Especialmente na Medicina, diversas ferramentas de ensino foram acrescentadas ao arsenal do professor, oportunizando modelos que vinculem conteúdo acadêmico à necessidade de participação ativa do aluno na construção do conhecimento e na integração entre os conteúdos.⁹⁹ Entre essas ferramentas destacam-se a exposição continuada a casos clínicos progressivamente mais complexos, sob a forma de problemas escritos e a integração às redes de assistência à saúde locais desde o início da formação, com acompanhamento dos serviços oferecidos por cada nível de assistência. Para isso, contextualizam-se os problemas observados à bagagem teórica preexistente, realizando conexões entre conhecimentos a partir de problematização guiada por tutores e da simulação realística, entre outros.⁹⁸

Para as informações teóricas, ferramentas como os mapas mentais¹⁰⁰ e a autoexplicação em voz alta (*think aloud*)¹⁰¹ baseiam-se também na autonomia do estudante e no reconhecimento de formas individuais de construção e organização de conhecimento. Os mapas mentais são representações visuais das ligações entre estruturas conceituais que compõem determinado tópico de conhecimento, estimulando a reflexão sobre o próprio entendimento dos conceitos, reforçando-os e sedimentando-os na memória de longo prazo.¹⁰⁰ A autoexplicação, seja falada ou escrita, permite que o aluno reconheça os processos fisiopatológicos que possam justificar os sinais e sintomas das doenças apresentadas pelos pacientes atendidos, favorecendo a formação de redes causais e o encapsulamento do conhecimento.¹⁰¹

Embora o número de estratégias educacionais que facilitem o ensino do raciocínio clínico tenha crescido muito neste século, ainda há escassez de evidências empíricas sobre qual abordagem de ensino funciona melhor, sob que circunstâncias e para quem, o que pode deixar os professores com dúvidas sobre a melhor abordagem instrucional a ser utilizada em cada contexto de aprendizado.^{102,103} Evidências recentes revelam que, no início de sua formação, quando possuem mínima experiência, os alunos devem aprender a partir da melhoria da qualidade das representações do conhecimento e ensinados a justificar todas as etapas que executam no processo de raciocínio clínico, usando dados objetivos do caso para raciocinar em direção a possíveis diagnósticos, em vez de defender um diagnóstico intuitivo. Essa forma de treinamento clínico facilita o reconhecimento posterior de categorias de sintomas e doenças e é denominada de prática reflexiva deliberada.^{33,104}

1.1.5.1 A prática reflexiva e a reflexão estruturada

A prática reflexiva é definida pela capacidade de um indivíduo pensar criticamente sobre seus próprios raciocínios e decisões. Na educação médica, essa prática está associada à competência diagnóstica, baseada na flexibilidade cognitiva.¹⁹ A combinação entre conhecimento teórico prévio e novas informações ocorre conforme a demanda de cada caso, harmonizando a integração dos sistemas 1 e 2 de raciocínio e favorecendo a ampliação e sedimentação dos *scripts* mentais de doenças na memória de longo prazo.¹⁰⁴

Estratégias educacionais baseadas nessa prática são consistentes com evidências sobre as estruturas de conhecimento subjacentes ao raciocínio diagnóstico e o papel da exposição a problemas clínicos no desenvolvimento de tais estruturas. A reflexão estruturada é uma estratégia educacional^{92,105-109} desenvolvida a partir da identificação, em casos clínicos, de comprovações que amparem ou refutem um diagnóstico (FIG. 1).¹⁰⁸ Essa técnica requer, após a leitura do caso, a elaboração de uma hipótese diagnóstica e de diagnósticos diferenciais e o retorno ao caso para identificar confirmações favoráveis ou desfavoráveis a cada diagnóstico, em um trabalho que auxilia a identificar qual das hipóteses deve prevalecer sobre as demais.

Estudo experimental original foi conduzido com essa estratégia, no qual 46 alunos do 4º ano do curso de Medicina diagnosticaram, em fase inicial, seis casos clínicos em diferentes condições experimentais: reflexão estruturada, diagnóstico imediato ou diagnóstico diferencial. Após 1 hora (teste imediato) e sete dias (teste tardio) do experimento inicial, realizaram novo teste, que consistia em diagnosticar quatro casos diferentes das mesmas doenças apresentadas na fase inicial. O desempenho diagnóstico não diferiu entre as condições na fase inicial. No teste imediato, os escores na condição de reflexão foram significativamente menores que os escores na condição de diagnóstico diferencial. Uma semana depois, no entanto, os escores na condição de reflexão superaram significativamente os das outras condições. Os autores concluem que a reflexão estruturada durante a prática de casos parece promover o aprendizado do conhecimento clínico de maneira mais eficaz do que a geração de diagnósticos imediatos ou diferenciais, favorecendo o desenvolvimento da competência diagnóstica nos alunos.¹⁰⁹

Figura 1 - Modelo de apresentação de caso para desenvolvimento de raciocínio clínico a partir da prática reflexiva estruturada

Homem, 60 anos, portador de hipertensão arterial sem controle adequado. Chega ao pronto-socorro relatando dor torácica do tipo "rasgando" em hemitórax esquerdo, lancinante, irradiando para a região dorsal e lombar, associada a sudorese e náuseas. A dor iniciou há cerca de 1 hora e ainda não cedeu. Nega tabagismo, nega história familiar de doença arterial coronária.
Exame físico: PA: 230x120 mmHg (membro superior esquerdo) e 100 x 60 mmHg (membro superior direito); FC: 110 bpm; FR: 20/min; tax: 36°C; afebril. Hidratado, acianótico, normocorado, boa perfusão, sem edemas. Aparelho respiratório: eupneico e sem sinais de esforço respiratório, MVF S/RA, com boa expansibilidade torácica. Aparelho cardiovascular: RCR 2T, sem sopros, *ictus* no 5º espaço intercostal na linha hemiclavicular, jugulares planas a 45°. Pulso de amplitude reduzida em membro inferior esquerdo e membro superior direito, rítmicos. Abdome livre, indolor sem visceromegalias e com ruídos hidroaéreos. SNC: normal.

Resultados dos exames	Valores de Referência	Resultados dos exames	Valores de Referência
Hb: 14,5g/dL	13,5-17,5g/dL	Glicemia: 105 mg/dL	70 a 110 mg/dL
Leucócitos: 12.000/ μ L	4.000-11.000/ μ L	Creatinina: 1,6 mg/dL	0,60 a 1,30 mg/dL
Segmentados: 63%	45-75%	VHS: 14 mm/h	0-10 mm/h
Linfócitos: 27%;	22-40%	Urina rotina: Normal	
Plaquetas: 170.000/ μ L	150.000-450.000/ μ L		

ECG: ritmo e taquicardia sinusal, sobrecarga ventricular esquerda, alterações inespecíficas da repolarização ventricular. Radiografia de tórax: índice cardiotorácico normal, com alargamento mediastinal.

Ordem de probabilidade	Hipótese diagnóstica	Achados que favorecem a HD	Achados que não favorecem a HD	Achados esperados, mas ausentes no caso

O uso dessa estratégia demonstrou ser eficaz para o ensino do raciocínio clínico,^{92,108,109} pois, ao se envolverem na busca deliberada por informações que sejam capazes de confirmar ou refutar os diferentes diagnósticos considerados para o caso, os alunos são induzidos a integrar e reorganizar o conhecimento preexistente, enriquecendo seus *scripts* mentais de doenças.³⁴ Como as representações mentais de doenças são críticas para a resolução de problemas futuros, a reflexão estruturada tem potencial para melhorar a competência diagnóstica dos alunos. Cada *script* mental de doença é processado e armazenado como se fosse uma unidade apenas. A cada vez que um estudante enriquece o *script* mental de uma doença, ele não aumenta a carga sobre a memória de trabalho, apenas enriquece a unidade com informações mais relevantes. À medida que evolui e adquire mais experiência, esses complexos esquemas são rapidamente transportados da memória de longo prazo para a memória de trabalho, reduzindo a carga sobre a memória de trabalho.⁴⁷

É uma atividade de aprendizagem centrada no aluno, pois requer sua participação ativa na resolução do caso, envolvendo-o em uma série de ações sistemáticas no uso de indução seguida por dedução e teste, enquanto reflete deliberadamente em diagnósticos plausíveis, comparando e contrastando seus respectivos roteiros de doença. Com base no confronto com evidências contraditórias emergentes dessa análise, lista diagnósticos alternativos plausíveis; repete a mesma análise para cada diagnóstico e prioriza os diagnósticos em termos de probabilidade.¹¹⁰ Ao usar explicitamente ferramentas de redução de erros, permite separar características clínicas e criar intencionalmente associações entre o caso atual do paciente e o conhecimento prévio. Dado o papel central da geração de hipóteses em raciocínio, essas estratégias permitem aos alunos aprimorar os esquemas mentais de doença disponíveis em sua memória para refinar o processo de geração de hipóteses.³⁴

Dados de estudos publicados foram explorados utilizando-se essa estratégia para determinar sua confiabilidade, validade e viabilidade.¹¹¹ O desempenho da estratégia é medido pela acurácia diagnóstica, uma medida indireta das habilidades de raciocínio. A avaliação do resultado do raciocínio diagnóstico, baseada na acurácia, em vez da avaliação do processo de raciocínio, poupa tempo e oferece o potencial para elaborar uma avaliação confiável usando amostra representativa de casos

típicos da prática.¹⁰⁴ Pesquisadores fizeram análise retrospectiva de sete grandes estudos conduzidos por três equipes de pesquisa que usaram uma série de resumos escritos para examinar o resultado do raciocínio clínico - o diagnóstico. Os estudos envolveram mais de 600 participantes, desde estudantes de Medicina do último ano até médicos com ampla experiência, e mostraram que a avaliação do conhecimento usando a prática reflexiva estruturada, com base em casos escritos, pode fornecer informações confiáveis sobre o resultado do raciocínio diagnóstico.¹¹¹

1.1.5.2 Prática reflexiva estruturada guiada por pistas e por exemplos trabalhados: reduzindo a carga extrínseca durante a aprendizagem

Conforme a teoria da carga cognitiva, estratégias instrucionais devem ser projetadas levando em consideração as estruturas que constituem a arquitetura cognitiva humana, a fim de serem eficazes para a construção e automação dos esquemas mentais. A capacidade da memória de trabalho é considerada limitada a sete mais ou menos dois elementos ou blocos de informação.⁶² Tarefas complexas, como a resolução de um caso clínico, contêm elevado número de elementos de informação interativa, determinando alta carga cognitiva intrínseca,⁴⁶ pois estes elementos devem ser processados simultaneamente na memória de trabalho para que a aprendizagem seja alcançada.

A carga cognitiva intrínseca é influenciada pelo conhecimento prévio do aprendiz, de forma que à medida que a aprendizagem avança, os elementos de informação são combinados em esquemas que podem ser tratados como um elemento único na memória de trabalho. Portanto, quanto mais conhecimento e experiência prévios um aluno tiver, menor será a carga intrínseca que uma tarefa impõe. Além da carga cognitiva intrínseca, há a carga imposta por processos cognitivos induzidos por meio do *design* de instrução. Esse tipo de carga cognitiva é denominado extrínseco quando é ineficaz para a aprendizagem e pertinente quando é eficaz para a aprendizagem.^{61,62}

Pesquisadores analisaram a natureza e a composição das representações de caso de 43 estudantes de Medicina de quarto e quinto anos e concluíram que os déficits dos alunos no diagnóstico são mais prováveis devido a lacunas de conhecimento.

Em particular, o conhecimento fisiopatológico parece ser insuficiente.¹⁵ Muitos alunos falham em conectar sintomas ou associar temporalmente diferentes achados porque tarefas com alta interatividade de elementos são difíceis de entender e geram alta carga cognitiva.

Há crescentes comprovações de que ajudas de decisão cuidadosamente projetadas podem facilitar o acesso a conhecimento adquirido e melhorar a retenção de informações e a transferência de conhecimento para novos cenários.³⁴ A partir desses achados, novas experiências foram feitas com modificações da ideia original de prática reflexiva proposta por Mamede e colaboradores,¹⁰⁴ para potencializar o desenvolvimento da habilidade de raciocinar clinicamente. Dar dicas a alunos novatos para focalizar a reflexão em doenças relevantes, como a reflexão guiada por pistas, ou desenvolver esquemas que incorporam os elementos de interação de um caso, como o exemplo trabalhado, reduzem a carga cognitiva extrínseca, favorecendo o aumento do desempenho de diagnóstico em relação à reflexão sem qualquer orientação, além de reduzir o esforço mental para solucionar os casos.¹¹² A prática reflexiva estruturada, seja direcionada por pistas ou pelo estudo de exemplos trabalhados, é uma abordagem útil para o ensino do raciocínio clínico para alunos com pouca experiência prévia.⁴⁹

Por meio da reflexão estruturada adicionada de pistas, o aluno pode mais facilmente refletir nas possibilidades diagnósticas, enquanto confronta-as com os achados clínicos do paciente, busca explicações alternativas e verifica-as até chegar ao diagnóstico final, promovendo a identificação de lacunas de conhecimento e motivando o interesse em aprender mais. Isso acontece porque, ao estimular o aluno a encaixar a apresentação clínica do caso a cada diagnóstico apresentado como possibilidade, a utilização da estratégia do raciocínio estruturado com pistas enriquece a formação de *scripts* mentais, o que facilita o reconhecimento da doença quando o aluno é reapresentado a ela. Ao utilizar o exemplo trabalhado, os alunos comparam e contrastam os vários *scripts* de doenças possíveis ao quadro clínico do paciente, notando variações de apresentações típicas de uma doença e identificando características críticas que discriminam entre alternativas diagnósticas, o que os torna mais bem equipados para diagnosticar casos semelhantes no futuro.¹¹³

A consciência de estudantes de Medicina sobre lacunas de conhecimento,¹¹⁴ bem como o engajamento no aprendizado e a acurácia diagnóstica,¹¹⁵ foram avaliados durante a resolução de casos clínicos por dois grupos de alunos, divididos entre geração livre de hipótese diagnóstica e diagnósticos diferenciais ou resolução por reflexão estruturada. Alunos que deliberadamente refletiram sobre os casos apresentaram maior engajamento e melhor acurácia do que aqueles que fizeram uma hipótese diagnóstica principal e um diagnóstico diferencial. O melhor efeito do raciocínio estruturado pode dever-se à mobilização de conhecimento prévio dos alunos que, uma vez ativado, torna mais fácil entender as novas informações apresentadas no material de estudo e integrá-las em estruturas de conhecimento previamente existentes.

As intervenções estruturadas fomentam recuperação de conhecimentos clínicos adquiridos anteriormente e elaboração da informação durante a prática com problemas clínicos, compartilhando a ideia básica de fornecer aos alunos orientação para comparar e contrastar diferentes diagnósticos alternativos para o problema em questão. Os alunos são encorajados a mobilizar explicitamente o conhecimento analítico, comparar e contrastar possíveis diagnósticos com base na relação entre os dados clínicos, apresentações típicas para cada doença e as probabilidades relativas das diferentes possibilidades diagnósticas. Essa prática estimula os alunos a priorizar listas de possibilidades de diagnóstico. E explicar suas justificativas os ajuda a criar vínculos entre os achados clínicos do caso e os diagnósticos relevantes, reforçando sua capacidade de desenvolver *scripts* de doenças.¹⁷

A reflexão guiada por pistas (FIG. 2) parece ser uma abordagem útil para o ensino do raciocínio clínico para alunos com pouco conhecimento prévio. Estudo apurou que fornecer dicas de reflexão de modo que os alunos se concentrem no diagnóstico "relevante" - diagnósticos que seriam abordados no teste - foi suficiente para fazê-los ter melhor desempenho do que aqueles que escolheram por si mesmos quais doenças eles iriam considerar.¹¹² Esta estratégia exige um processamento profundo das etapas de resolução de um problema pois, ao tentar gerar as etapas que faltam, os alunos se tornam mais conscientes de sua compreensão do procedimento de resolução do problema e da qualidade do esquema de resolução, obtendo dicas sobre sua capacidade de resolver esse tipo de problema em um teste futuro.¹¹⁶

Figura 2 - Modelo de apresentação de caso para desenvolvimento de raciocínio clínico a partir da prática reflexiva guiada por pistas

Caso 1

O caso 1 está apresentado novamente. Depois da leitura, preencha o quadro que se segue, para a solução do caso, conforme orientações.

Registre a hora neste momento: ____:____:____

Homem, 60 anos, portador de hipertensão arterial sem controle adequado. Chega ao pronto-socorro relatando dor torácica do tipo "rasgando" em hemitórax esquerdo, lancinante, irradiando para a região dorsal e lombar, associada a sudorese e náuseas. A dor iniciou há cerca de 1 hora e ainda não cedeu. Nega tabagismo, nega história familiar de doença arterial coronária.

Exame físico: PA: 230x120 mmHg (membro superior esquerdo) e 100 x 60 mmHg (membro superior direito); FC: 110 bpm; FR: 20/min; Tax: 36°C; afebril. Hidratado, acianótico, normocorado, boa perfusão, sem edemas. Aparelho respiratório: eupneico e sem sinais de esforço respiratório, MVF S/RA, com boa expansibilidade torácica. Aparelho cardiovascular: RCR 2T, sem sopros, *ictus* no 5º espaço intercostal na linha hemidavicular, jugulares planas a 45°. Pulso de amplitude reduzida em membro inferior esquerdo e membro superior direito, rítmicos. Abdome livre, indolor sem visceromegalias e com ruídos hidroaéreos. SNC: normal.

Resultados dos exames	Valores de referência	Resultados dos exames	Valores de referência
Hb: 14,5g/dL	13,5-17,5g/dL	Glicemia: 105 mg/dL	70 a 110 mg/dL
Leucócitos: 12.000/μL	4.000-11.000/ μL	Creatinina: 1,6 mg/dL	0,60 a 1,30 mg/dL
Segmentados: 63%	45-75%	VHS: 14 mm/h	0-10 mm/h
Linfócitos: 27%;	22-40%	Urina rotina: Normal	
Plaquetas: 170.000/μL	150.000-450.000/μL		

ECG: ritmo e taquicardia sinusal, sobrecarga ventricular esquerda, alterações inespecíficas da repolarização ventricular. Radiografia de tórax: índice cardiotorácico normal, com alargamento mediastinal.

Ordem de probabilidade	Hipótese diagnóstica	Achados que favorecem a HD	Achados que não favorecem a HD	Achados esperados, mas ausentes no caso
1	Dissecção aórtica			
2	Infarto agudo do miocárdio			
3	Pericardite			

Registre a hora neste momento: ____:____:____

Como você avalia o esforço que você precisou fazer para resolver este caso?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
muito, muito baixo					muito, muito alto			

Fonte: Ibiapina *et al.* (2014)¹⁰⁸

Os exemplos trabalhados são um meio de instrução eficaz para ensinar habilidades complexas de resolução de problemas, pois, ao diminuir a carga cognitiva extrínseca, permitem que mais recursos da memória de trabalho sejam direcionados para atividades que facilitem o desempenho de aprendizagem e a transferência de conhecimentos.^{117,118} Ao fornecer ao aluno dados objetivos e organizados que explicitam o caminho utilizado para se chegar a um diagnóstico, permite-se que considere as diferentes alternativas que devem ser abordadas sucessivamente para resolver o problema clínico (FIG.3). Assim, ele se dedica a estudar os movimentos

necessários para chegar a um diagnóstico e construir esquemas mentais de doença sólidos, que orientem a resolução de problemas futuros, tanto os que se apresentem de forma idêntica ao atual quanto os diferenciais, para os quais eles têm que adaptar de forma flexível o procedimento de solução aprendida.

Figura 3 - Modelo de apresentação de caso para desenvolvimento de raciocínio clínico a partir da prática reflexiva guiada pelo exemplo trabalhado

Resultados dos exames	Valores de Referência	Resultados dos exames	Valores de Referência
Hb: 14,5g/dL	13,5-17,5g/dL	Glicemia: 105 mg/dL	70 a 110 mg/dL
Leucócitos: 12.000/ μ L	4.000-11.000/ μ L	Creatinina: 1,6 mg/dL	0,60 a 1,30 mg/dL
Segmentados: 63%	45-75%	VHS: 14 mm/h	0-10 mm/h
Linfócitos: 27%;	22-40%	Urina rotina: Normal	
Plaquetas: 170.000/ μ L	150.000-450.000/ μ L		

ECG: ritmo e taquicardia sinusal, sobrecarga ventricular esquerda, alterações inespecíficas da repolarização ventricular. Radiografia de tórax: índice cardiotorácico normal, com alargamento mediastinal.

Ordem probab.	Hipótese diagnóst.	Achados que favorecem a HD	Achados que não favorecem a HD	Achados esperados, mas ausentes no caso
1	Dissecção aórtica	Hipertenso mal controlado, dor torácica "rasgando". PA \neq entre os 2 membros. Pulso amplitude \downarrow em MI esquerdo e MS direito. Índice cardiotorácico \uparrow . Leucocitose.	Eupneico; boa perfusão	Ecotransesofágico; paciente agitado; fâcias de sofrimento.
2	Infarto agudo do miocárdio (IAM)	Sexo masc; idade; HAS; dor torácica intensa; duração da dor (há 60 minutos); sudorese, \uparrow FC	História familiar negativa de doença coronariana. Não tabagista. PA \neq entre os 2 membros.; irradiação da dor; \uparrow mediastinal	História familiar; biomarcadores de necrose ou alterações no ECG sugestivas de IAM.
3	Pericardite	Dor prolongada em região torácica.	Padrão "lancinante" da dor. Discrepância de PA entre os 2 membros. Irradiação da dor. Pulso de amplitude simétrica.	Quadro viral prévio. Ruído sistodiastólico sugere atrito pericárdico. Padrão de dor que melhora qdo. sentado.

Registre a hora neste momento: _____:_____:_____

Como você avalia o esforço que você precisou fazer para resolver este caso?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
muito, muito baixo					muito, muito alto			

Alunos em fase inicial de formação podem não ter o domínio do conhecimento prévio necessário para resolver um caso clínico; exigir que eles iniciem a construção do raciocínio para gerar uma hipótese diagnóstica, como na reflexão livre, provavelmente aumentará a carga cognitiva extrínseca. Nessa perspectiva, os alunos podem se beneficiar de ter a lógica por trás das etapas de solução explicadas no exemplo trabalhado, o que permitirá melhor construção e automação do esquema mental de doença.¹⁰²

Estudos que utilizaram essa estratégia mostraram que os alunos envidaram menos esforço mental para alcançar resultados de aprendizagem iguais ou superiores aos utilizados nas estratégias tradicionais, o que culmina em melhor eficácia (resultados de aprendizagem) e/ou eficiência (resultados de aprendizagem/ investimento de tempo / esforço mental).^{117,118}

O número de estudos sobre exemplos trabalhados relatados na literatura ainda é limitado. Pesquisa nos três periódicos mais citados em artigos sobre educação em profissões da saúde, *Academic Medicine*, *Medical Education* e *Advances in Health Sciences Education*, revelou 15 artigos, sendo o mais antigo de 2002. No entanto, a indicação de que essa intervenção merece mais atenção veio de alguns estudos que exploram a influência dos benefícios de estudar exemplos trabalhados de raciocínio reflexivo para a competência diagnóstica.¹¹⁹

Alguns estudos compararam o impacto entre três estratégias de raciocínio reflexivo (livre - *free reflection*; com pistas - *cued reflection*; e claramente exemplificado - *modelled reflection*) no aprendizado clínico de estudantes de Medicina^{92,104} e de residentes médicos.²⁴ Apuraram melhoria no aprendizado, medida por mais acurácia diagnóstica e baixo grau de esforço mental para a solução dos problemas quando o raciocínio reflexivo era desenvolvido a partir do fornecimento de pistas ou exemplificado. As estratégias baseadas nessas intervenções mostraram-se bem-sucedidas também para melhorar os julgamentos de confiança. Entretanto, foi observada significativa heterogeneidade de abordagens de medição. Os resultados até o momento são promissores, estimulando a execução de novas pesquisas com metodologia refinada e amostras mais diversas.¹²⁰

Os benefícios de um programa estruturado com base nos princípios da prática reflexiva deliberada podem ser limitados aos estágios iniciais de aprendizagem e podem não ser mantidos uma vez que a especialização tenha sido alcançada. Ao comparar o efeito dessa estratégia em estudantes nas fases iniciais de formação e residentes, mostrou-se que estes não se beneficiam da reflexão, especialmente na resolução de casos simples, porque podem resolver tais problemas facilmente desde o início, visto que já possuem *scripts* mentais de doenças bem formados.²⁴ Esses resultados demonstram que o efeito da prática estruturada é influenciado pelo nível de conhecimento dos alunos.¹²¹ Com o aumento da experiência do aluno, o efeito do exemplo trabalhado primeiro desaparece e então reverte (fenômeno da expertise reversa). Exemplos trabalhados tornam-se redundantes para alunos mais experientes e, portanto, impõem maior carga cognitiva extrínseca.¹²²

Nesse sentido, a reflexão estruturada, seja na forma livre ou adicionada de diretrizes (reflexão guiada por pistas e estudo de exemplos trabalhados) são boas estratégias instrucionais a serem utilizadas no início da formação, para auxiliar alunos menos experientes na construção de conhecimento a ser usado no futuro.¹²¹

1.2 A Neurociência do aprendizado

“Aprender” é o produto de estabelecer conexões entre os neurônios, ou seja, desenvolver redes neurais.¹²³ A ciência do aprendizado é um campo interdisciplinar emergente, que oferece aos educadores percepções importantes sobre o que acontece em diferentes partes do cérebro quando ocorre a aprendizagem, além de oferecer estratégias eficazes para informar o planejamento e implementação de estratégias educacionais. Uma área de pesquisa em expansão na ciência do aprendizado envolve o uso de ferramentas de Neurociências para obter *insights* nos processos cerebrais associados à aprendizagem e ao desenvolvimento de competências.¹²⁴ Apesar da complexidade e do custo de algumas das técnicas utilizadas para capturar a atividade cerebral durante o aprendizado, ferramentas menos injuriosas e de baixo custo, desenvolvidas recentemente, têm permitido a avaliação desses processos cerebrais com mais facilidade, em ambientes reais. Por exemplo, sinais de eletroencefalograma (EEG),^{124,125} imagens de ressonância magnética¹²⁶ e de movimentação ocular¹²⁷ decorrentes de atividades neurais durante

o aprendizado têm sido usados em estudos gerais e no meio médico. O conhecimento das etapas neurobiológicas de aprendizagem (codificação, consolidação e recuperação) como um processo construtivo e reconstrutivo, no qual a memória está em constante mudança, é uma ferramenta útil e de extremo potencial para o planejamento de atividades de educação médica, tal como o ensino do raciocínio clínico.^{128,129}

1.2.1 Etapas neurobiológicas do aprendizado

1.2.1.1 Codificação

A codificação é o processo pelo qual um estímulo é transformado em uma memória no cérebro. Constitui a primeira etapa do processo de aprendizagem, sendo a forma como as informações trazidas por um ou mais sentidos são percebidas pelo cérebro, que usa sinais químicos e elétricos para representar as informações temporariamente na memória de curto prazo, como um traço de memória.¹³⁰ As conexões neurais que se formam quando alguém aprende algo novo são as mesmas que o cérebro usará para formar uma memória permanente para essa informação. Por isso, quanto mais elaborada for a apresentação das novas informações no momento da exposição inicial, melhor será a chance de recuperação posterior dessa informação.^{129,130} Partes do cérebro que estão envolvidas na codificação incluem o neocórtex (inicia o processo de aprendizagem),¹³¹ o córtex pré-frontal (garante que atenção suficiente esteja disponível para a tarefa)¹³² e o hipocampo (localiza e processa memórias conscientes de curto prazo e as relacionadas a habilidades motoras).^{129,130}

A forma como codificamos as informações determina como elas serão armazenadas e quais sugestões serão efetivas quando tentarmos recuperá-las. Mesmo que os traços de memória, como o nome indica, sejam inerentemente lábeis, a qualidade do evento de codificação inicial é crítica para o domínio de longo prazo.¹³³ Quanto mais detalhada e multifacetada for a codificação de novas informações no momento da exposição inicial, tanto melhor a chance de lembrá-las posteriormente.¹²⁸

1.2.1.2 Consolidação

A consolidação é o processo pelo qual uma memória é reorganizada e integrada aos circuitos neocorticais de modo a se tornar menos dependente do hipocampo.¹²⁸ Essa etapa é subdividida em:

- a) Aprendizado rápido - no qual o cérebro obtém do hipocampo traços de memória sinalizados como importantes¹³⁴ com base no esforço significativo ou relevância; essa etapa caracteriza-se por baixa capacidade de armazenamento na memória de curto prazo;^{123,129}
- b) Reconsolidação - é a reativação de memórias consolidadas para atualização e fortalecimento.¹³⁵ Nesse processo ocorre a transferência das informações recuperadas pelo hipocampo para a área apropriada do neocórtex, onde, sob condições adequadas, os traços de memória passam por cuidadoso processamento, durante o qual a informação consolida-se à medida que a representação desta se torna reorganizada e distribuída dentro do neocórtex, integrada aos circuitos preexistentes, atualizadas e reprocessadas com novas informações, sendo armazenada na memória de longo prazo.¹¹⁹

É por isso que uma pessoa que já possua conhecimento em um assunto encontra facilidade em aprender novas informações cujo conteúdo esteja associado a esse assunto, pois o cérebro tem muitas experiências com as quais fazer conexões. Durante essa etapa as informações recém-aprendidas tornam-se parte de uma rede neural já existente (assimilação) ou iniciam a formação de uma nova rede (acomodação).^{128, 129}

1.2.1.3 Recuperação

É o acesso a informações aprendidas anteriormente para a compreensão e resolução de problemas futuros.¹²⁹ Nessa etapa ocorre o acesso a informações armazenadas como uma memória de longo prazo (neocórtex), trazendo-as de volta para a memória de curto prazo (hipocampo). Quanto mais esse processo é repetido, mais forte e rápido se torna, estabilizando as sinapses das células envolvidas na rede neural associada à informação a ser recuperada.¹³⁰ A recuperação também

pode melhorar a compreensão, remodelando a informação depois que o cérebro a usa novamente, pois passa a ser associada a um novo conjunto de pistas que refletem o contexto mais recente em que a informação foi requisitada, melhorando sua transferibilidade para novas situações.¹³⁰

A recuperabilidade é influenciada pela intensidade e frequência com que os conceitos aprendidos são aplicados em cenários variados e até que ponto estes se assemelham à situação na qual a informação foi originalmente aprendida.¹²⁹

1.2.2 Indicadores neurofisiológicos do aprendizado

Atualmente, há crescente quantidade de estudos sobre como utilizar o conhecimento dos processos de Neurobiologia do aprendizado para facilitar a retenção, a lembrança, o uso e aplicação eficazes das informações aprendidas. Assim, existem oportunidades consideráveis para a integração do conhecimento atual sobre a biologia da aprendizagem com estratégias de ensino. Ao ensinar os alunos de Medicina considerando estas informações, há uma oportunidade de tornar a educação médica mais fácil e eficaz.¹³⁶

1.2.2.1 Formas de medir os indicadores neurofisiológicos de aprendizado

Os principais indicadores neurofisiológicos objetivamente mensuráveis por meio de análise de atividade cerebral são a memória, a atenção e o esforço mental. Tais indicadores vêm sendo recentemente pesquisados com base em várias tecnologias, tais como o eletroencefalograma (EEG)^{124,125}, imagens de ressonância magnética,¹²⁶ análise de movimentação ocular¹²⁷ e avaliação de flutuações síncronas no sinal dependente do nível de oxigenação do sangue no cérebro (*Blood-oxygen-level-dependent* - BOLD).¹³⁷

O registro cerebral por meio do EEG pode medir a atividade cerebral de forma não invasiva em ambientes reais, fora dos laboratórios de pesquisa. Eletrodos colocados no couro cabeludo medem as flutuações de tensão resultantes dos fluxos de corrente iônica dentro dos neurônios do cérebro como resultado da atividade cerebral. Os sinais são filtrados e a análise computadorizada auxilia na visualização

das gravações conhecidas como EEG quantitativo ou mapeamento de EEG. Este atua como um tipo de medida psicofisiológica utilizada para obtenção de métricas mentais, que variam previsivelmente em resposta a mudanças nos níveis de estímulo cognitivo.¹³⁸ Isso torna o EEG uma escolha apropriada para avaliação da carga cognitiva em experimentos que avaliem a aprendizagem.¹³⁹

De modo geral, os sinais que o EEG capta são provenientes de correntes elétricas da atividade do córtex cerebral. Essas correntes são produzidas pelo somatório dos potenciais pós-sinápticos inibitórios e excitatórios de milhares ou milhões de neurônios.¹⁴⁰ Um dos principais limitantes dessa técnica é a medição e processamento de sinais de EEG em um ambiente real, devido ao alto número de possíveis interferências no registro, tais como abrir e fechar de olhos, respirações profundas e até mesmo as batidas do coração. Outra limitação característica dos dispositivos de registro de EEG profissionais é o alto custo e o fato de serem desconfortáveis para uso em estudos ecológicos.¹⁴¹

Pensando nessas limitações, várias alternativas de baixo custo e de uso mais amplo surgiram no mercado recentemente.¹⁴¹ Equipamentos que registrem o traçado de EEG sem a necessidade de fios, como aqueles de conectividade sem fio, oferecem melhor validade ecológica, reduzindo o tamanho geral do equipamento e permitindo a coleta de dados de vários participantes ao mesmo tempo. No início do século XXI, estes equipamentos foram amplamente estudados em laboratórios de pesquisa. Dispositivos comerciais de EEG desenvolvidos por empresas como NeuroSky® e Emotiv® são feitos para uso pelo público em geral, com menos eletrodos e que dispensam o uso de gel para melhorar o contato do eletrodo com a pele. Seus preços são significativamente mais baixos do que os dispositivos de EEG médicos. Os usuários podem usá-lo, removê-lo e carregá-lo de maneira muito conveniente. Essas características tornam este dispositivo mais acessível, aumentando seu valor prático.^{142,143} Uma das principais vantagens do EEG é sua alta resolução temporal, permitindo medir mudanças na atividade cognitiva na escala de milissegundos. Portanto, as medições de EEG podem refletir continuamente os estados cognitivos de um participante de estudo sobre aprendizagem.^{143,144}

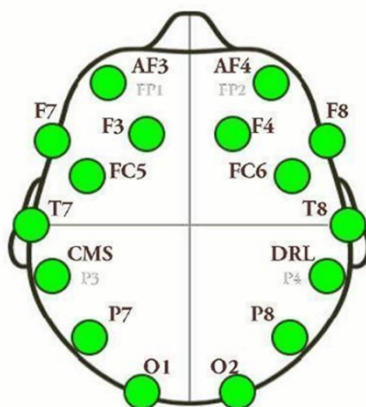
Uma das principais limitações desses dispositivos são artefatos nos dados registrados, criados por ações como piscar, movimentar a cabeça e respirar profundamente. Em alguns casos, esses artefatos são mais fortes do que o sinal da atividade neural. Para contornar essa limitação, a maioria dos sistemas de EEG atuais é equipada com *software* robusto que agiliza a filtragem de sinal e a remoção de artefatos.¹⁴¹ O processo de análise é realizado a partir dos dados brutos, não processados, objetivando transformá-los em informação inerente à pesquisa a ser realizada. Alguns equipamentos disponibilizam aos desenvolvedores a biblioteca de pós-processamento com informações relativas aos dados captados em tempo real, tais como nível de atenção, foco e engajamento, entre outros.¹⁴⁴

1.2.2.2 Emotiv®: dispositivo portátil para registro de EEG

O sistema *Emotiv EPOC®* é um instrumento de eletroencefalografia funcional portátil que vem sendo utilizado em muitos estudos científicos, principalmente em modelos de investigação de atividade cerebral.¹⁴⁵ Uma das vantagens desse equipamento é seu baixo custo e sua capacidade de adaptação em diferentes ambientes. Esse instrumento usa sensores de contato fixados a braços plásticos flexíveis de um *headset* de conectividade sem fio. Possui 16 sensores alinhados de acordo com a disposição internacional de análise eletroencefalográfica em sistema 10-20 de posicionamento (FIG.4), que são: anterofrontal (AF3, AF4, F3, F4, F7, F8), frontocentral (FC5, FC6), occipital (O1, O2), parietal (P7, P8) e temporal (T7, T8). Um sensor mastóideo (M1) atua como um ponto de referência-terra para o qual a voltagem de todos os outros sensores é comparada. O outro mastoideo (M2) é uma referência *feedforward* que reduz a interferência elétrica externa. Essa conformação resultante do posicionamento dos eletrodos permite o rastreamento espaço-temporal adequado e sensível à ativação da ampla área cortical.^{142,144,145}

Segundo alguns estudos utilizando o *Emotiv EPOC®*, verificou-se que esse equipamento apresenta alta capacidade na detecção de ações mentais, tornando-o um sistema com nível aceitável de precisão, produzindo muitas novas possibilidades de interação humano-computador.^{142,144,146}

Figura 4. Posicionamento dos eletrodos alinhados de acordo com a disposição internacional de análise eletroencefalográfica em sistema 10-20 de posicionamento



Fonte: Emotiv (2014)¹⁴⁵

1.2.2.3 Atividade cerebral associada à aprendizagem

O processo de raciocínio clínico assemelha-se, em várias nuances, ao processo de tomada de decisão. Estudos de tomada de decisão na Neurociência procuram verificar em tempo real como uma pessoa pensa durante suas decisões, o que traz implicações positivas para o ensino do processo decisório.¹⁴⁷

O processo de raciocínio clínico, tal qual o processo de tomada de decisão, é extremamente complexo: envolve a avaliação de riscos e benefícios, recruta diversos processos cognitivos que estão relacionados entre si, envolve considerações de múltiplas alternativas e cálculos de probabilidade *versus* análise de possibilidades, dedução das possíveis consequências futuras das escolhas e mobiliza grande quantidade de circuitos neurais, não sendo restrito a uma área específica do cérebro.¹⁴⁸

O desenvolvimento e aperfeiçoamento do raciocínio diagnóstico dependem tanto do raciocínio não analítico, baseado em padrão de reconhecimento, a partir de conhecimento rico e organizado de conteúdo sobre determinada doença ou *script* mental de doença, quanto do pensamento analítico. E este envolve esforço consciente para identificar, comparar e contrastar opções, exigindo flexibilidade cognitiva para adaptação à ambiguidade de determinados casos, com seleção da

melhor estratégia para resolver o problema clínico contextualizado a cada paciente e ao ambiente de trabalho.¹⁴⁸

Estudos anteriores^{144,149,150} sugerem que o eletroencefalograma (EEG) pode ser uma ferramenta valiosa para avaliar o processamento cognitivo dos alunos durante a aprendizagem, desde que sejam observados cuidados em relação à viabilidade da coleta. Essa é uma questão importante quando os alunos precisam manter a atenção por longos períodos, pois um dos principais desafios da coleta de dados do EEG é minimizar a interferência com o processo de aprendizagem enquanto maximiza a validade dos dados. Embora seja desejável coletar dados para inferir estados cognitivos, é igualmente importante que os alunos se sintam confortáveis com os sensores.

A ativação de regiões cerebrais muda conforme o trabalho cognitivo e estados mentais, como aprendizagem, percepção etc.^{140,144,149} Nos últimos 20 anos houve muitas pesquisas usando EEG para detectar, estimar ou prever atividades cerebrais humanas.^{124,125,151,152} Da mesma forma, atividades associadas à memória, atenção e esforço mental durante o processo de decisão que baseia a realização de diagnósticos médicos vêm sendo cada vez mais estudadas.^{136,153} Para a compreensão dessas pesquisas, faz-se necessário um conhecimento básico sobre Neuroanatomia e atividade cerebral.

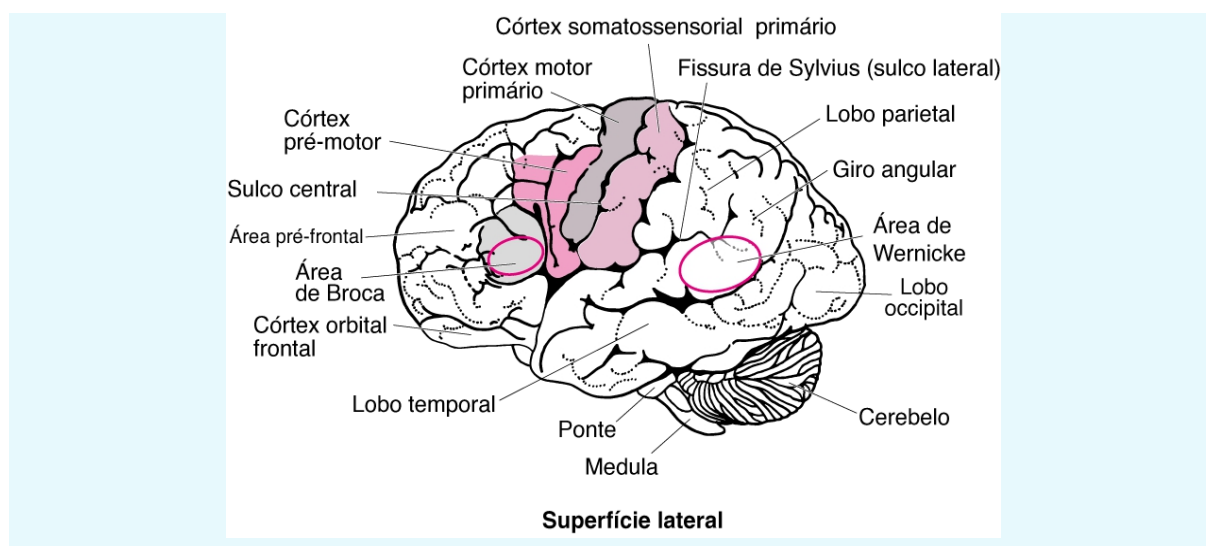
1.2.2.4 Neuroanatomia e atividade cerebral

O cérebro humano possui cinco divisões anatômicas, os lobos cerebrais (FIG. 5). Existem cinco lobos: frontal, parietal, occipital, temporal e insular. O lobo frontal é responsável pela tomada de decisão, julgamento, memória recente, crítica, raciocínio. O lobo parietal está relacionado à interpretação das sensações, ao senso de localização do corpo e do meio ambiente. O lobo occipital ocupa-se basicamente com a visão, enquanto o temporal, com a audição. O lobo insular está relacionado a processos emocionais fortemente influenciados pelos órgãos dos sentidos. Embora sejam atribuídas funções específicas a cada lobo, a maior parte das atividades requer coordenação de múltiplas áreas nos dois hemisférios. A função cerebral é extensivamente lateralizada. Atividades visuais, táteis e motoras do lado esquerdo

do corpo são controladas predominantemente pelo hemisfério direito, e vice-versa. Funções complexas específicas manifestam-se dos dois lados, mas são controladas principalmente por um hemisfério (dominância cerebral).¹⁵⁴

O córtex cerebral contém áreas sensoriais e motoras primárias e múltiplas áreas de associação. Uma área de associação unimodal é adjacente à sua área sensorial primária correspondente e processa informações daquela área em um nível mais alto do que a área sensorial primária. Áreas de associação heteromodal não se restringem a alguma atividade sensorial ou motora isolada, mas recebem informações convergentes de múltiplas áreas sensoriais e motoras do cérebro. As áreas de associação heteromodais nos lobos frontal, temporal e parietal integram informações sensoriais, *feedback* motor e outras informações com as memórias instintiva e adquirida. Essa integração facilita o aprendizado e cria o pensamento, a expressão e o comportamento.¹⁵⁵

Figura 5 - Áreas do cérebro



Fonte: Brasil (2021)¹⁵⁶

1.2.2.5 Estruturas cerebrais e as funções de aprendizado

O lobo frontal intervém no planejamento, raciocínio, resolução de problemas, julgamento e controle dos impulsos, além de regular sentimentos como a empatia, a

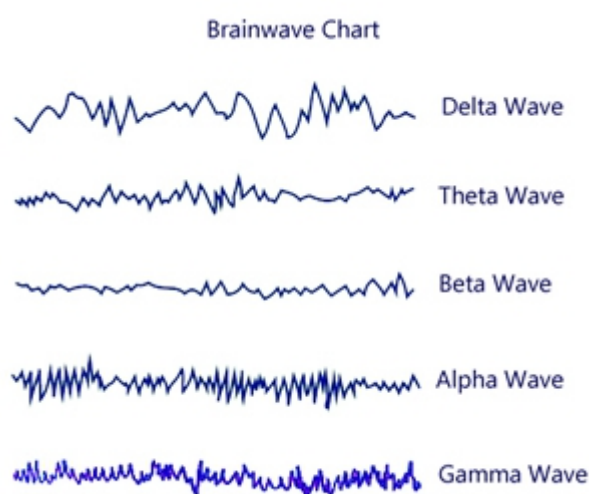
generosidade e o comportamento. É essencial para o planejamento e execução de comportamentos aprendidos e intencionais; também constitui o local de muitas funções inibitórias. As áreas pré-frontais são de especial interesse para o aprendizado, pois são responsáveis pela iniciativa, pensamento, planejamento e elaboração. Destacam-se a área pré-frontal medial, importante na atenção e na motivação, e o córtex dorsolateral frontal (algumas vezes denominada área dorsolateral pré-frontal), que manipula informações adquiridas recentemente - função denominada memória de trabalho.¹⁵⁷

Os lobos temporais servem essencialmente para percepção auditiva, componentes receptivos da linguagem, memória declarativa e visual e gerenciamento de emoção. Partes do lobo parietal médio no hemisfério dominante estão envolvidas em habilidades como cálculo, escrita e orientação direita-esquerda. Os lobos occipitais contêm o córtex visual primário e áreas de associação visual; analisam aspectos como o formato, a cor e o movimento para interpretar e tirar conclusões das imagens visuais. O lóbulo límbico (sistema límbico) é composto de várias estruturas, entre as quais a amígdala e o hipocampo. O sistema recebe informações de diversas regiões do cérebro que participam de comportamentos complexos e inter-relacionados (por exemplo, memória, aprendizagem e emoção), além de gerenciar as respostas fisiológicas para os estímulos emocionais. O hipocampo tem função essencial na classificação de memórias e na retenção destas em longo prazo. Os gânglios da base são um grupo de estruturas neurais subcorticais, composto de núcleo caudado, implicado no controle voluntário do movimento, embora também esteja vinculado aos processos de aprendizagem e memória; putâmen, globo pálido e amígdala; esta desempenha importante papel no armazenamento e classificação de memórias e sentimentos.^{154,155}

Os ritmos cerebrais são conjuntos de flutuações de potenciais elétricos gerados pela despolarização de uma população de neurônios, gerando oscilações macroscópicas, que podem ser observadas por meio de eletroencefalograma. Também chamados de potenciais pós-sinápticos, eles são oriundos de descargas elétricas em baixa voltagem (milivolts), que podem estimular ou inibir outros neurônios. As ondas cerebrais, que são os componentes do ritmo, apresentam dois componentes específicos: a frequência e a amplitude. Cada onda cerebral é moldada pela

frequência com que é disparada e pela amplitude de sua onda. Esses componentes são os responsáveis pela linguagem e decodificação das informações no cérebro. Em relação às faixas de frequência, sua divisão originou a denominação das ondas cerebrais em: alfa, beta, delta, teta e gama. As ondas alfa têm um espectro de frequência com variação entre 8 e 13 Hertz (Hz), as ondas beta entre 13 e 30 Hz, as ondas delta entre 0,5 e 4 Hz, as ondas teta entre 4 e 8 Hz e as ondas gama entre 30 e 70 Hz.¹⁵⁸ Uma representação dessas ondas é mostrada na FIG. 6:

Figura 6 - Representação gráfica das ondas cerebrais



Fonte: Arpino (2021)¹⁵⁹

As ondas alfa caracterizam um estado de consciência alerta, porém relaxado. Estão relacionadas a extroversão, criatividade, trabalho mental, bom humor e otimismo. As ondas beta são, frequentemente, de baixa amplitude e simétricas, associadas a ansiedade e concentração. Ocorrem, normalmente, com os olhos abertos e quando se pensa sobre a solução de um problema analítico, em julgamentos, tomada de decisões e processamento de informações. Medicamentos como barbitúricos e benzodiazepínicos podem aumentar a ocorrência de ondas beta. As ondas delta possuem menores frequências e maiores amplitudes, estão presentes no sono e em meditações profundas, em casos de transe e hipnose ou situações de inconsciência. O sonambulismo, privação de sono, mal de Parkinson e esquizofrenia, além de diabetes, alcoolismo, depressão e ansiedade, estão relacionados a alterações do ritmo delta. As ondas teta são classificadas como de lenta atividade, além de terem conexão com a intuição, a fantasia, emoções e sensações. Aparecem, normalmente,

entre a vigília e o sono. As ondas gama têm alta frequência e relacionam-se a processamento simultâneo de informações em diferentes áreas do cérebro e a memórias de curto prazo.¹⁶⁰⁻¹⁶²

Pesquisas que avaliaram o registro de EEG durante o processo para se chegar a um diagnóstico médico mostram que a utilização predominante do raciocínio não analítico está associada à ativação em regiões de memória de trabalho, como o córtex pré-frontal dorsolateral.¹⁶³ Quando o caso clínico exige flexibilidade de pensamento para seleção de uma entre várias estratégias e simulações mentais de resultados alternativos, o que demanda comportamento criativo e a geração de ideias novas e espontâneas, são ativadas áreas associadas a automonitoramento, no córtex frontal medial e desativadas áreas associadas ao controle cognitivo, como o córtex frontal lateral.¹⁶⁴ Médicos experientes são mais ágeis na utilização da flexibilidade cognitiva, por isso, durante o processo de diagnóstico, mostram ativação difusa da rede pré-frontal e mudanças dinâmicas entre as redes frontotemporoparietais laterais (ativadas por processos de atenção focados externamente) e redes frontoparietais mediais (ativadas por comportamento reflexivo).¹⁶⁵

1.2.2.6 Indicadores neurofisiológicos do aprendizado

a) Memória

Embora a memória e o raciocínio tenham sido, até recentemente, contemplados a partir de paradigmas experimentais e modelos teóricos isolados, alguns trabalhos publicados nos últimos anos demonstraram relação próxima entre essas atividades.^{129,148,166,167} Essa relação é notada em demandas de tarefa dupla, ou seja, tarefas que requerem manipulação de conteúdo de memória e coordenação desse conteúdo para integração em um novo domínio.^{168,169} Paralelos a cada uma dessas tarefas são encontrados no raciocínio clínico, o que torna implícito que os processos de memória e do raciocínio clínico são interdependentes.¹⁶⁹ A capacidade do médico de acessar as informações armazenadas da memória de longo prazo é de importância crítica para que os *scripts* mentais de doença possam ser mobilizados

para integração e avaliação do problema médico presente, com base na memória de trabalho.^{1,166,169}

A memória de trabalho pode envolver qualquer tipo de representação (por exemplo, verbal, visual, auditivo, espacial etc.), incluindo vários procedimentos ou ações sequenciais ordenadas temporalmente (por exemplo, ao seguir uma receita culinária). Por extensão, envolvem partes diferentes do cérebro onde essas representações são armazenadas. Essas regiões precisam interagir segundo um controle executivo, que parece estar localizado no córtex frontoparietal, córtex parietal e gânglios basais. A atividade neural persistente em várias regiões do cérebro é funcionalmente necessária para manutenção e integração de informações na memória de trabalho.^{47,170}

Indicadores eletrofisiológicos dessa interação, associados às etapas do mecanismo cerebral de raciocínio, já haviam sido identificados desde a década de 1990, quando o EEG foi utilizado para mostrar que a potência da frequência teta durante a codificação de palavras estava correlacionada ao reconhecimento bem-sucedido dessas palavras, em comparação a itens esquecidos.¹⁷¹ Estudos posteriores replicaram este resultado, mostrando poder de teta mais alto durante a codificação de itens subsequentemente reconhecidos¹⁷² ou de pares item-contexto.¹⁷³ Oscilações teta coordenam redes neurais durante a codificação bem-sucedida, sinalizando a transferência de informações entre regiões do cérebro para memorização de informações.^{140,172} A conectividade teta inter-regional fornece a infraestrutura funcional para transferência e controle de informações entre memória de trabalho e memória de longo prazo.¹⁷³ Outros estudos mostraram que a atividade eletroencefalográfica muito rápida na banda gama aumenta durante a formação de percepções e memória de processamento linguístico.^{174,175}

Vários estudos compilados em uma metanálise encontraram ativação da região pré-frontal em tarefas nas quais era necessária a associação de recuperação de informações da memória de longo prazo e raciocínio, feitos pela memória de trabalho.¹⁷⁶ Esse mesmo padrão de ativação foi encontrado durante a realização de casos clínicos complexos, com grande quantidade de distratores clínicos concorrentes.¹⁷⁷

b) Esforço mental

A interação entre as habilidades cognitivas dos alunos, a complexidade das tarefas de aprendizagem e os âmbitos de aprendizagem compõem a carga cognitiva, que pode ser medida por esforço mental e desempenho.¹²⁴ Pesquisas anteriores que se propuseram a medir o esforço mental considerando-o como um índice de carga cognitiva utilizaram técnicas subjetivas (escalas de avaliação) e objetivas (parâmetros fisiológicos, tais como elevação de frequência cardíaca e variação de diâmetro pupilar).^{82,84} A técnica da escala de avaliação subjetiva e a de variação de diâmetro pupilar foram validadas na pesquisa instrucional.^{86,87}

Estudos recentes conseguiram correlacionar a carga cognitiva durante aprendizagem em vários campos de conhecimento com a função cerebral^{123,178-181} baseados no desenvolvimento tecnológico que facilitou a utilização do eletroencefalograma em estudos ecológicos. A pesquisa baseada no uso de EEG para avaliação de esforço mental e engajamento durante o aprendizado vem comprovando a sensibilidade do espectro de potência beta pré-frontal do EEG na detecção de variações na excitação do voluntário da pesquisa devido às demandas da tarefa.¹⁸²⁻¹⁸⁶ Aumento na atividade beta tem sido associado a aumento na demanda de tarefas e estresse mental.^{184,185} Considerando que a complexidade da tarefa também é um modulador de excitação¹⁸⁶ e que a excitação influencia o registro do EEG, é plausível supor que mudanças na atividade beta realmente refletem um estado mental de sobrecarga de trabalho devido à complexidade da tarefa.

Revisão sistemática recente avaliou aplicações de índices eletroencefalográficos para quantificação da performance cognitiva. Relacionados ao esforço mental, os índices de engajamento na tarefa (beta/alfa+teta) e de carga da tarefa (teta frontal linha media/alfa parietal linha média) são considerados marcadores de deterioramento do envolvimento na tarefa e fadiga mental, refletindo a carga cognitiva imposta à memória de trabalho.¹⁸⁷

Dispositivos de EEG portáteis foram utilizados em equipes cirúrgicas realizando procedimentos de complexidade crescente. Os autores encontraram significativa

associação entre variações na potência beta frontal do EEG e variações de carga de trabalho mental. Os dados indicam que atividade beta frontal esteve diretamente relacionada a procedimentos cirúrgicos tecnicamente mais exigentes.¹²⁵

Até o momento, não há trabalhos associando o registro da atividade cerebral a estratégias instrucionais de raciocínio clínico. A aplicação dessas ferramentas, associadas ao uso de diferentes estratégias instrucionais, pode ajudar a criar experiências de aprendizagem mais eficazes.

c) Atenção

Estudos que investigam as mudanças dos ritmos de EEG durante tarefas que exigem aumento de atenção ou atenção sustentada relatam que o evento mais proeminente é o aumento do espectro de potência na frequência teta sobre o córtex pré-frontal, localizada em uma posição da linha média do couro cabeludo.^{186,188} O aumento da potência teta na linha média foi relatado em estudos que envolveram sobrecarga da memória de trabalho.^{189,190} A literatura sugere aumento de potência na banda teta no registro de EEG durante tarefas que envolvem atenção sustentada e em multitarefas, bem como redução na potência alfa.¹⁹¹

Gravações simultâneas de EEG e RM durante tarefas de alta complexidade revelaram a existência de uma rede difusa de estruturas cerebrais que arcam com as variações nas potências alfa e teta no EEG.¹⁹² Essas estruturas cerebrais estão associadas a ativação hemodinâmica hipocampal, ativação geral do cíngulo e ativação frontal superior e cerebelar. Os resultados sugerem ampla distribuição de redes corticais e subcorticais envolvendo o hipocampo, tálamo e córtex pré-frontal dorsolateral, que balizam a atividade mental durante a execução de tarefas difíceis e são responsáveis pelas mudanças de espectros de potência do EEG de superfície na frequência das bandas teta e alfa.¹⁹³

As aplicações práticas dessas descobertas já se fazem presentes na melhoria do ensino. Em 2017 foi desenvolvido um sistema de atenção consciente (AAS) capaz de reconhecer os níveis de atenção de alunos do ensino fundamental ao assistirem vídeo aulas, usando sinais de EEG através de um dispositivo BCI.¹⁹⁴ Quatro

experimentos avaliaram o desempenho de predição do AAS na identificação dos períodos em que os alunos mostravam alta ou baixa atenção durante a videoaula, baseados nos registros do EEG. Os experimentos confirmaram a eficácia do sistema para auxiliar os instrutores *online* a detectar os níveis de atenção dos alunos, ao identificarem, através de alarme, padrões eletroencefalográficos de baixa atenção, que sinalizavam a necessidade de pausas ou mudança na forma de apresentação de conteúdo. Os resultados acusam que a atenção sustentada e a frequência dos alarmes de atenção podem predizer fortemente o desempenho da aprendizagem.¹⁷⁵

2 JUSTIFICATIVA

O atendimento qualificado ao paciente, o objetivo final do médico, é aprimorado quando o ensino do raciocínio clínico é qualificado. Por isso, estimular o desenvolvimento da competência diagnóstica em estudantes de Medicina constitui um dos grandes objetivos (e desafios) da educação médica. A prática com casos é o elemento central das estratégias educacionais para promover o raciocínio. As abordagens empregadas com essa estratégia variam muito, mas a pesquisa empírica sobre a eficácia da prática reflexiva estruturada ainda é escassa. Estudos anteriores mostraram melhorias de curto prazo com base na aplicação dessa estratégia instrucional, mas até o momento não há qualquer estudo que verifique o impacto da estratégia em longo prazo.⁴⁵

Dado o grande e crescente conhecimento médico, as escolas médicas devem encontrar cada vez mais maneiras de ajudar os alunos a dominar o conhecimento de que precisam para serem bem-sucedidos. A retenção do conhecimento médico durante o treinamento foi e continua a ser uma preocupação, pois os médicos devem dominar grande quantidade de informações durante suas carreiras. Nessa perspectiva, torna-se essencial investir em pesquisas que validem estratégias instrucionais que propiciem a retenção de tanto aprendizado quanto possível.¹⁹⁵ Melhorar as estruturas de conhecimento e a retenção de conhecimento em longo prazo para posterior recuperação é essencial para o desenvolvimento de confiança e competência no raciocínio clínico.^{2,196}

A compreensão de mecanismos cerebrais associados ao esforço mental, um indicador direto de performance na realização de tarefas (em conjunto com o desempenho), pode auxiliar a identificação de evidências que reforcem o uso de estratégias educacionais mais eficientes para o aprendizado de estudantes de Medicina, determinando mais acurácia diagnóstica com reduzido grau de esforço mental.

3 OBJETIVOS

Analisar e comparar, de forma inédita e inovadora, o impacto do uso da estratégia de raciocínio reflexivo estruturada livre e acrescida de diretrizes instrucionais (guiada por pistas e por exemplo trabalhado), na acurácia diagnóstica de estudantes de Medicina, após seis meses da intervenção com cada modalidade da estratégia.

Além disso, será avaliada a atividade cerebral de alunos de Medicina, durante a solução de casos clínicos utilizando diferentes modalidades de prática reflexiva estruturada. Ao fazer essa análise, pretende-se identificar padrões de atividade cerebral associados a cada uma das modalidades da prática reflexiva estruturada usadas neste estudo (livre, com pistas e por exemplo trabalhado), especialmente aqueles relacionados à percepção de esforço mental.

3.1 Objetivo geral

Avaliar o impacto tardio da prática reflexiva estruturada na acurácia diagnóstica de alunos de Medicina quando expostos a estratégia de raciocínio reflexivo estruturada livre - *free reflection*; guiada por pistas de diagnóstico - *cued reflection*; e por exemplo trabalhado - *modelled reflection*.

3.2 Objetivos específicos

- a) Comparar o registro de atividade cerebral associado a esforço mental exigido do aluno para a solução de casos clínicos, ao utilizar diferentes modalidades da estratégia de raciocínio reflexivo estruturada.
- b) Indicar se as referidas modalidades de estratégia de raciocínio clínico reflexivo estruturada influenciam a acurácia diagnóstica de forma diferenciada em um grupo de estudantes de Medicina durante o período acadêmico de aquisição de habilidades clínicas.
- c) Determinar o impacto de cada modalidade da estratégia de raciocínio reflexivo estruturada sobre a acurácia diagnóstica, de forma recente (30 minutos), intermediária (sete dias) e tardia (seis meses) após a exposição inicial ao experimento.

- d) Determinar a relação entre a autoeficácia, conhecimento e experiência prévios e acurácia diagnóstica em um grupo de estudantes de Medicina submetidos a diferentes estratégias de raciocínio reflexivo.

4 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo é parte do projeto “Estratégias educacionais para o desenvolvimento de competências clínicas na formação e capacitação médica”, uma parceria entre a Universidade Federal de Minas Gerais e a Universidade Erasmus, da Holanda. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG), Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) 81421917.7.0000.5149 (ANEXO A) e pela Coordenação de Pesquisa, Extensão e Inovação Acadêmica do Centro Universitário de Belo Horizonte (UniBH) (ANEXO B).

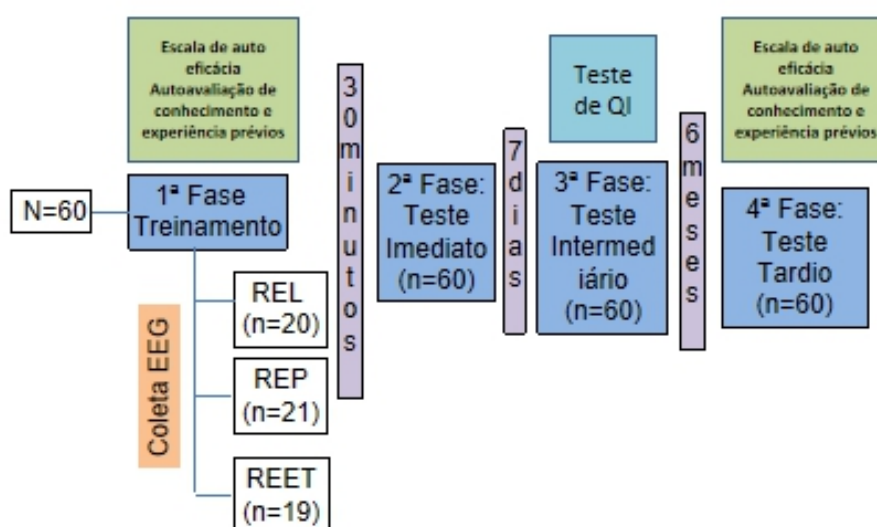
Os participantes foram incluídos na pesquisa após a leitura conjunta do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) com pesquisadores capacitados para esclarecer dúvidas e assinatura no termo (APÊNDICE A).

5 METODOLOGIA

5.1 Desenho do estudo

Estudo experimental randomizado dividido em quatro fases (FIG. 7). Os participantes foram alunos do quarto ano do curso de Medicina aleatoriamente distribuídos entre os grupos experimentais, denominados: “raciocínio clínico estruturado livre” (REL); “raciocínio clínico estruturado com pistas” (REP); “raciocínio clínico estruturado com estudo de exemplo trabalhado” (REET). Essas denominações referem-se às modalidades de prática reflexiva estruturada que foram utilizadas pelos respectivos grupos na solução de casos clínicos. A acurácia diagnóstica alcançada pelos participantes e o grau de esforço mental percebido para a resolução dos casos foram medidos em quatro momentos sequenciais (treinamento, teste imediato, teste intermediário e teste tardio) e comparados entre os grupos de cada estudo e entre as fases do estudo. A atividade cerebral foi registrada, através de dispositivo portátil de EEG, nos 35 minutos iniciais da fase de treinamento.

Figura 7 - Diagrama de fluxo do estudo



As quatro fases do estudo ocorreram em três momentos diferentes. No primeiro momento, os participantes: a) liam e assinavam o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A); b) preenchiam o formulário de autopercepção de conhecimento teórico e experiência prática prévios referente às doenças envolvidas no estudo (ANEXO C) e a escala de autoeficácia (ANEXO D); c) preenchiam um questionário com dados demográficos de interesse para o estudo (APÊNDICE B); d) eram randomizados para seus respectivos grupos de estudo; e) ajustavam o equipamento para registro de EEG no couro cabeludo e sincronizavam com o *software* de registro do EEG, com auxílio dos pesquisadores; e) executavam as tarefas da primeira fase do estudo (fase de treinamento), que consistia na resolução de um bloco de casos clínicos, conforme a modalidade de prática reflexiva estruturada na qual foram alocados. Após 30 minutos, o equipamento para registro de EEG era retirado, respeitando-se o tempo médio de uso sem que os alunos se queixassem de desconforto. Após 84 minutos, essa fase terminava e procedia-se ao intervalo de 30 minutos, no qual os alunos eram orientados a não comentarem as questões que haviam resolvido e recebiam um lanche oferecido pelos pesquisadores. Em seguida, executavam a segunda fase (teste imediato), na qual novamente recebiam um bloco de casos clínicos, que deveriam ser resolvidos de forma livre, sem o uso da reflexão estruturada, em 1 hora.

O segundo encontro foi agendado sete dias (com variação de um dia para mais ou para menos) após o primeiro, para realização do teste intermediário. Nesse momento, que corresponde a terceira fase do estudo, os participantes: a) submetiam-se a um teste individual de quociente de inteligência (QI); b) recebiam novo bloco de casos clínicos, que deveriam ser resolvidos novamente de forma livre, em 1 hora.

O terceiro encontro foi agendado seis meses após o primeiro, com variação de sete dias para mais ou para menos. Nessa última etapa, os participantes: a) preenchiam novamente o formulário de autopercepção de conhecimento teórico e experiência prática prévios referente às doenças envolvidas no estudo e a escala de autoeficácia; b) preenchiam um questionário para pareamento da amostra após seis meses da intervenção, que avaliava a participação em atividades extracurriculares, realizadas neste intervalo, nas quais pudessem ter tido contato com casos clínicos semelhantes

ao do estudo ou tivessem utilizado a estratégia de raciocínio reflexivo estruturada (APÊNDICE C) e c) recebiam novo bloco de casos clínicos, que deveriam ser resolvidos em 1 hora, de forma livre.

5.2 Participantes

Os estudantes de Medicina pertenciam a uma única instituição de ensino privada, a Faculdade de Medicina do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH). Nessa instituição, o curso de Medicina dura 12 semestres.

Nos quatro primeiros semestres, o curso concentra-se em conteúdos teóricos das ciências básicas. A partir do quinto período, os alunos são inseridos nas atividades práticas assistenciais da Clínica Integrada (complexo de atendimento ambulatorial do UNIBH) e de unidades básicas de saúde de Belo Horizonte. No QUADRO 1 tem-se a distribuição das cargas horárias (teórica e prática) para o ensino de Pediatria até o oitavo semestre (quarto ano), conforme o período de formação e seus respectivos conteúdos programáticos. Ao longo da formação intensifica-se, progressivamente, a carga horária curricular destinada à prática. Durante o quinto, sétimo e oitavo períodos, as atividades práticas pediátricas são assistenciais, supervisionadas por professores do Núcleo de Pediatria e ocorrem na Clínica Integrada, em centros de saúde das Prefeituras de Belo Horizonte e Nova Lima e no Ambulatório da Igreja do Carmo. O foco de aprendizagem é a Semiologia Pediátrica e o conhecimento das doenças ambulatoriais mais comuns em Pediatria, com a contextualização do conteúdo teórico que envolve a puericultura, a semiotécnica para a realização do exame físico e os fundamentos de raciocínio clínico para a realização dos diagnósticos mais comuns na prática pediátrica ambulatorial. O conhecimento teórico é desenvolvido a partir de aulas baseadas em metodologias ativas, durante as disciplinas teóricas e por intermédio de grupos de discussão e estudos de caso nas disciplinas teórico-práticas.

Ao limitar a participação a estudantes de uma única instituição de ensino, procurava-se garantir a homogeneidade entre os diferentes grupos de estudo, concernente às probabilidades de exposição prévia aos mesmos conteúdos teóricos e às

experiências práticas similares às doenças que seriam utilizadas para avaliação da acurácia diagnóstica alcançada em cada fase do estudo.

A escolha pela participação de um grupo de alunos que estivesse em fase inicial da prática clínica deve-se à necessidade de excluir a influência do fenômeno da expertise reversa na acurácia final. Como as estratégias instrucionais que foram utilizadas no estudo mostraram-se eficientes para a fase inicial de formação, optou-se por selecionar estudantes do quarto ano, que teriam pouco conhecimento teórico e experiência prática com as doenças que foram apresentadas durante as fases de treinamento e testes.

Quadro 1 - Programa de ensino de Pediatria na Faculdade de Medicina UNIBH, com especificação da carga horária teórica e prática e do conteúdo programático básico, conforme o estágio de formação

Período de formação	Carga horária Horas/semestre	Conteúdo programático
5º período	Teórica: 140h	Características do atendimento em Pediatria Crescimento Desenvolvimento neuropsicomotor Adolescência Calendários vacinais Alimentação do nascimento à adolescência Distúrbios nutricionais (desnutrição/obesidade) Anemias carenciais Alergias e intolerâncias alimentares Linfadenomegalias Dificuldade e transtorno escolares Violência contra a criança Dor abdominal Parasitoses Prevenção de acidentes Semiologia: ectoscopia, cabeça, olhos, ouvidos, nariz e garganta. Semiologia dos sistemas (digestório, genitourinário, respiratório, cardiovascular, nervoso, locomotor)
	Prática: 80h	Conforme a nosologia do local de atuação
7º período	Teórica: 40h	Asma e lactente chiador Rinite alérgica e respirador oral Tuberculose Pneumonias e bronquiolite Infecções de vias aéreas superiores Infecção pelo SARS-COV-2 Infecção do trato urinário Síndrome nefrítica e síndrome nefrótica Vulvovaginites e balanopostites

		Dengue, zika e chikungunya Disfunção de eliminações (constipação intestinal e enurese) Cefaleias Meningoencefalites Problemas ortopédicos mais comuns Dermatoses mais comuns Sífilis
	Prática: 60h	Conforme a nosologia do local de atuação

Continua

Quadro 1 - Programa de ensino de Pediatria na Faculdade de Medicina UNIBH, com especificação da carga horária teórica e prática e do conteúdo programático básico, conforme o estágio de formação – conclui

Período de formação	Carga horária Horas/semestre	Conteúdo programático
8º período	Teórica: 60h	Imunizações em situações especiais Febre em Pediatria Exantemas febris Hiperbilirrubinemia do recém-nascido Diarreia aguda e hidratação Hipoglicemia e cetoacidose diabética Manejo da exacerbação asmática Insuficiência respiratória e dispositivos de oxigênio (O ₂) e de via aérea avançada Atendimento inicial à parada cardiorrespiratória Choque em Pediatria Principais arritmias cardíacas da criança Convulsão febril Trauma cranioencefálico Atendimento inicial ao grande queimado
	Prática: 80 h	Conforme a nosologia do local de atuação

5.2.1 Recrutamento dos estudantes para participação no estudo

Os estudantes foram recrutados via carta-convite por *e-mail* e aplicativo de mensagens (APÊNDICE D). Nessa carta havia uma descrição sumária sobre a importância do desenvolvimento do raciocínio clínico na prática médica e sobre os objetivos e a dinâmica de atividades do projeto de pesquisa. Os pesquisadores também foram às salas de aula dos alunos do quarto ano, na Faculdade de Medicina do UNIBH, nos intervalos entre aulas teóricas, e fizeram pessoalmente o convite à participação, em uma breve explicação com o mesmo conteúdo da carta-convite. Os alunos foram informados sobre a natureza da pesquisa, mas não tiveram incentivo para revisar o conteúdo das doenças que seriam avaliadas durante a

coleta de dados. Os convidados também foram informados de que, após a finalização completa da coleta de dados, ocorreriam devolutivas com discussões dos casos incluídos no estudo.

A participação foi voluntária. Os critérios de exclusão utilizados foram: 1) uso de medicação/substância de uso não diário, com potencial de ação em sistema nervoso central, nas 24 horas que antecederam a fase de treinamento; 2) alunos irregulares matriculados no quarto ano, cursando disciplinas de outros anos; 3) autorrelato de experiência prévia no conhecimento/utilização da estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos, na fase de treinamento.

A faculdade não teve acesso à identificação dos participantes do estudo. Após a entrada no estudo, os alunos eram orientados a evitar privação de sono no dia anterior à coleta da fase treinamento, para reduzir a interferência no registro de EEG.

5.2.2 Local da coleta de dados com os estudantes

Os alunos, independentemente do grupo de estudo a que pertenciam, desenvolviam as tarefas nos laboratórios de Informática do UNIBH, na fase de treinamento e de teste intermediário, pois em ambas as fases era necessário utilizar os computadores, tanto para registro dos dados de EEG (fase de treinamento) quanto para realização do teste de quociente intelectual (teste intermediário). Na segunda (teste imediato) e quarta fases (teste tardio), a coleta foi realizada em salas de aula da Faculdade de Medicina (FM) do UNIBH.

Os laboratórios de informática eram salas bem iluminadas, com ar-condicionado e assentos confortáveis. Cada laboratório contava com 15 computadores, separados entre si por uma distância aproximada de 1,5 metro, com acesso ilimitado à internet via *wi-fi* institucional. O *software EmotivEpoC*® foi instalado nos computadores por técnicos do Núcleo de Suporte à Informática do UNIBH, após aprovação do projeto pela coordenação da Faculdade de Medicina (ANEXO B). Havia um grande relógio com o horário oficial de Brasília, projetado em uma tela de fácil acesso visual por todos os assentos em cada sala.

O horário de início das atividades para a fase de treinamento foi definido entre as 16:00 e 17:00h para que não houvesse interferência do ritmo circadiano no registro de EEG.

5.2.3 Total de alunos participantes

Participaram do estudo 60 alunos do quarto ano da FM-UNIBH. Nenhum aluno desistiu da coleta de dados, mesmo após o intervalo de seis meses que separava a fase de treinamento do teste final.

5.2.4 Alocação dos participantes nos grupos de estudo

No primeiro encontro entre os pesquisadores e os participantes, após os esclarecimentos sobre a dinâmica das atividades e a assinatura no termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), cada participante era alocado aleatoriamente em um dos grupos de estudo, de acordo com uma tábua de números aleatórios gerada pelo site 4Devs,¹⁹⁷ específica para cada categoria de estratégia instrucional (REL, REP ou REET).

5.3 Dinâmica de atividades dos estudos

5.3.1 Questionário demográfico

O questionário de dados sociodemográficos é uma ferramenta que permite coletar informações gerais sobre um grupo de pessoas. Esses dados incluem atributos como idade, sexo, local de residência, etnia, nível de escolaridade, renda etc. Para este trabalho, os dados sociodemográficos coletados (APÊNDICE B) tinham o objetivo de caracterizar a amostra e detectar características dos participantes que tivessem o potencial de comportarem-se como variáveis de confusão, interferindo no desfecho principal (acurácia diagnóstica), tais como: período atual em curso, graduações prévias na área da saúde, atividade profissional atual na área médica, doenças mentais, uso de medicamentos diários com potencial de ação em SNC e experiência prévia no conhecimento/utilização da estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos. Os dados coletados foram analisados

estatisticamente para descrição da amostra e avaliação de interferência no desfecho principal.

5.3.2 Escala de autoavaliação do conhecimento teórico prévio e experiência clínica anterior

Antes do início das atividades da fase de treinamento era solicitado aos participantes que preenchessem um formulário no qual registraram o grau de conhecimento teórico e vivência prática que julgavam ter a respeito de várias doenças, entre as quais aquelas incluídas no estudo (ANEXO C). Para cada uma delas havia uma escala de Likert de cinco pontos, sendo que “1” representava a inexistência de qualquer conhecimento teórico ou experiência clínica sobre a doença e “5” o excelente conhecimento teórico ou extensa prática clínica. Esse instrumento avaliativo já havia sido utilizado em estudo anterior⁹¹ e visava aferir a comparabilidade dos grupos em relação ao nível de conhecimentos teórico-práticos entre os participantes na fase inicial e na etapa final, de forma a avaliar também a comparabilidade dos grupos em relação ao ganho de conhecimento e prática no período de seis meses.

5.3.3 Teste de quociente de inteligência

Todos os participantes foram submetidos a um teste de quociente de inteligência. A inteligência é a capacidade mental geral que permite raciocinar, aprender, planejar, resolver problemas, pensar de modo abstrato e compreender ideias complexas.¹⁹⁸ Considerando o desenho do estudo e o impacto do quociente intelectual na acurácia diagnóstica, principal desfecho do trabalho, era fundamental verificar se os grupos experimentais eram pareáveis. Foi utilizada a versão *online* brasileira do teste das Matrizes Progressivas de Viena (WMT-2)¹⁹⁹ como instrumento.

O WMT-2 é um teste voltado para jovens e adultos entre 14 e 69 anos, para avaliação da inteligência geral, e tem, como diferencial, a capacidade de medir a inteligência fluida (Modelo de Cattell),²⁰⁰ que alude à habilidade de se adaptar e confrontar novas situações sem a interferência de conhecimentos previamente adquiridos ou do nível cultural do indivíduo avaliado. O WMT-2 é composto de 18

problemas de raciocínio matricial, cada qual com oito opções de resposta, sendo apenas uma a correta. O indivíduo submetido ao teste deve escolher a resposta que considera a mais adequada para cada problema. As respostas escolhidas informam o seu nível intelectual global. As propriedades psicométricas da versão brasileira do WMT-2 são analisadas por meio do modelo psicométrico clássico (incluindo medidas de fidedignidade, validade de construto e critério), utilizando a teoria de resposta ao item (TRI) do modelo de Rasch.²⁰¹ A interpretação dos resultados é obtida com a transformação das medidas de habilidades em valores absolutos calculados pela TRI e convertidos em escores para desvio-padrão ou percentis. O tempo para realização do teste de QI WMT-2 é de, no máximo, 30 minutos.

De acordo com a Lei Federal brasileira nº 4.119/62, a aplicação do teste WMT-2 é restrita a psicólogos. Por isso, o teste foi aplicado por um bolsista específico da área de Psicologia, sob a supervisão do psicólogo Dr. Leandro Malloy Diniz, professor do Departamento de Saúde Mental da FM-UFMG.

5.3.4 Escala de autoeficácia

Autoeficácia pode ser conceituada como a confiança que um indivíduo tem na sua capacidade de realizar com sucesso as tarefas que lhe são atribuídas.⁷⁸ Indivíduos com alto nível de autoeficácia, quando confrontados com um desafio, assumem postura ativa para equacioná-lo, acreditando no sucesso do seu desempenho. Sujeitos com baixo nível de autoeficácia tendem a se frustrar e desistir da solução do problema. A aprendizagem durante funções executivas complexas depende da atitude do aprendiz de nível de formação superior em se responsabilizar pela construção ativa do seu conhecimento.⁷⁸

Considerando o impacto da autoeficácia no desfecho final deste estudo (acurácia diagnóstica), os participantes foram submetidos ao teste de autoeficácia para averiguação da comparabilidade dos grupos de estudo. Foi utilizado o teste *General Self-Efficacy Scale*²⁰² modificado para o português e adaptado para cada um dos estudos (ANEXO D). O teste adaptado contém 34 perguntas, cada uma respondida em escala de Likert de 10 pontos (sendo que um representa pouco e 10, muito), que se relacionam à autopercepção do participante quanto à sua capacidade de realizar

diversas ações envolvidas no processo de aprendizagem (organização, domínio de conteúdo, realização das atividades), condições de estudo (organizar o tempo, persistência diante de dificuldades, motivação) e desempenho (sistematização das informações, acompanhamento do ritmo de aprendizagem e capacidade de colocar em prática os conhecimentos adquiridos). O tempo para realização do teste é livre.

5.3.5 Casos clínicos

Foram utilizados 12 diferentes casos para cada fase do estudo. Nas fases de treinamento, teste imediato e teste intermediário, os casos foram feitos por professores do Departamento de Pediatria da FM-UFMG, já utilizados em estudo prévio.⁹¹ Para a última etapa deste estudo (teste tardio, após seis meses da intervenção inicial), foram confeccionados, pela pesquisadora e por alunos de iniciação científica, em parceria com professores da FM-UFMG, seis casos das mesmas doenças das etapas anteriores e seis novos casos distratores. Os casos foram baseados em pacientes reais. Cada um continha, na mesma página, a descrição da história clínica, dos achados do exame físico e dos resultados de testes laboratoriais ou de imagem, sempre com os valores de referência registrados. Todos os casos foram revisados por outros dois pediatras, também professores da UFMG com mais de 30 anos de atuação nas áreas de Pediatria Geral, em serviços públicos e privados.

Para cada fase do estudo havia casos denominados casos "critério" e "distratores". Os casos critério, embora diferentes para cada fase, envolviam as mesmas doenças, relacionadas a síndromes respiratórias, ictéricas e hematológicas e foram utilizados para a avaliação do impacto das diferentes modalidades da estratégia de raciocínio clínico estruturado sobre a acurácia diagnóstica, em cada fase do estudo. Os casos distratores envolviam doenças diversificadas e sua função era apenas compor o bloco de casos e evitar que os participantes percebessem em quais casos teriam seu desempenho diagnóstico medido. No QUADRO 2 estão apresentadas as doenças abordadas pelos casos critério e distratores, de acordo com a fase do estudo. Na fase de treinamento havia nove casos critério e três distratores, enquanto nas demais fases, seis casos critério e seis distratores.

Foram utilizadas doenças de grupos sindrômicos diagnosticados em Pediatria, tanto em âmbito ambulatorial, quanto em unidades de urgência e unidades neonatais: síndromes respiratórias (“pneumonias agudas” [pneumonia bacteriana; pneumonia com derrame pleural; pneumonia viral]); síndromes ictericas neonatais (icterícia por incompatibilidade ABO, icterícia própria do recém-nascido e icterícia do leite materno) e doenças hematológicas (leucemia aguda; plaquetopenia imune aguda; e aplasia de medula óssea). Os casos distratores incluíam doenças variadas de outros grupos sindrômicos diversos.

Quadro 2 - Doenças abordadas nos casos clínicos em cada fase do estudo

Fase de treinamento	Teste imediato	Teste tardio	Teste final
Casos critério			
Síndromes ictericas neonatais -Icterícia própria do recém-nascido -Icterícia por incompatibilidade de grupo sanguíneo ABO -Icterícia do leite materno	Síndromes ictericas neonatais -Icterícia própria do recém-nascido -Icterícia por incompatibilidade de grupo sanguíneo ABO	Síndromes ictericas neonatais -Icterícia própria do recém-nascido -Icterícia por incompatibilidade de grupo sanguíneo ABO	Síndromes ictericas neonatais -Icterícia própria do recém-nascido -Icterícia por incompatibilidade de grupo sanguíneo ABO
Pneumonias agudas -Pneumonia aguda com derrame pleural -Pneumonia aguda bacteriana -Pneumonia aguda viral	Pneumonias agudas -Pneumonia aguda com derrame pleural -Pneumonia aguda bacteriana	Pneumonias agudas -Pneumonia aguda com derrame pleural -Pneumonia aguda bacteriana	Pneumonias agudas -Pneumonia aguda com derrame pleural -Pneumonia aguda bacteriana
Doenças hematológicas -Leucemia aguda -Plaquetopenia imune aguda -Aplasia de medula óssea	Doenças hematológicas -Leucemia aguda -Plaquetopenia imune aguda	Doenças hematológicas -Leucemia aguda -Plaquetopenia imune aguda	Doenças hematológicas -Leucemia aguda - Plaquetopenia imune aguda
Casos distratores			
Infecção do trato urinário Eritema infeccioso Artrite séptica	Sífilis secundária Síndrome nefrótica Esquistossomose Coarctação da aorta Giardíase Torção de testículo	Glomerulonefrite aguda Exantema súbito Sopro inocente Febre reumática Zika Orquite	Leishmaniose Dengue Cólica nefrética Cetoacidose diabética Meningite viral Infecção do trato urinário

5.3.6 Fases do estudo e respectivas tarefas

No primeiro encontro entre os pesquisadores e os participantes realizavam a primeira e segunda fase do estudo, respectivamente denominadas de fase de treinamento e fase de teste imediato. No segundo encontro, a terceira fase ou fase de teste intermediário. No terceiro encontro, a quarta fase, do teste tardio. Em cada uma, os participantes deveriam resolver 12 casos clínicos apresentados por escrito em blocos específicos para cada fase. Havia duas versões de cada bloco, no que se refere à ordem em que os casos eram apresentados. Essas versões foram denominadas "D", de ordem direta, e "I", de ordem invertida. A ordem dos casos para cada versão havia sido aleatorizada e visava assegurar que os casos tivessem a mesma chance de serem resolvidos com o mesmo nível de empenho pelos participantes. Por exemplo, no início das tarefas, os participantes poderiam estar mais envolvidos e atentos, enquanto no final da tarefa poderiam estar mais dispersos, ou vice-versa. A distribuição dos blocos "D" ou "I" para os participantes era aleatória.

As siglas referentes ao grupo de estudo (REL – reflexão estruturada livre, REP – reflexão estruturada por pistas e REET – reflexão estruturada por estudo de exemplo trabalhado) estavam grafadas na capa dos blocos de caso. Nela, o próprio participante deveria registrar o seu código individual de identificação. Optou-se por usar o número de matrícula na instituição de ensino (registro acadêmico - RA), para resguardar a privacidade do participante.

5.3.6.1 Fase de treinamento

Nessa fase, era solicitado aos participantes que solucionassem cada um dos casos apresentados, em duas etapas - a primeira, utilizando o raciocínio não analítico e a segunda, utilizando o raciocínio analítico conforme a modalidade de estratégia reflexiva estruturada na qual estivesse alocado. As orientações para a execução dessas etapas estavam descritas na primeira página do bloco, conforme mostra o ANEXO E. Os participantes deveriam ler as orientações e esclarecer eventuais dúvidas antes do início das atividades.

Na primeira etapa de solução dos casos, o procedimento era igual para todos os grupos de estudo. Os participantes tinham 1 minuto e 30 segundos para a leitura do caso clínico e o registro, da forma mais precisa e específica possível, do diagnóstico que considerassem o mais provável para o caso. Para facilitar a compreensão do que significava a orientação “registro da forma mais precisa e específica do diagnóstico”, era dado o seguinte exemplo para os participantes: o diagnóstico “anemia ferropriva” é mais preciso e específico do que “anemia carencial” ou simplesmente “anemia”. O tempo para essa tarefa já havia se mostrado suficiente em estudos anteriores^{91,106,108} e era cronometrado por um dos pesquisadores principais ou um dos bolsistas de iniciação científica que estivesse acompanhando as atividades. Assim que se completava o tempo, os participantes eram verbalmente comunicados e, se ainda não tivessem escrito o diagnóstico do caso, deveriam fazê-lo imediatamente. Depois, deveriam virar a página para o início da segunda etapa de solução do caso. A FIG. 8 exemplifica o formato de apresentação de um caso para a primeira etapa de solução na fase de treinamento.

Na borda direita superior da página do primeiro caso do bloco, os participantes registraram a hora, minutos e segundos do início da atividade. Na borda direita inferior da página, que continha o último caso do bloco, registraram a hora, minutos e segundos do término da atividade

Na segunda etapa, os participantes deveriam reler o caso e solucioná-lo seguindo o procedimento específico para o grupo de estudo no qual estavam alocados (raciocínio clínico estruturado livre - REL; raciocínio clínico estruturado com pistas - REP) ou estudar a solução conforme demonstrado no exemplo trabalhado (REET).

Figura 8 - Formato de apresentação de caso na fase de treinamento

Caso 1
 Leia o caso a seguir e registre a sua **primeira impressão diagnóstica**, imediatamente.

Registre a hora neste momento: ____:____:____

Pediatra é chamado pela enfermeira da unidade neonatal para avaliação de recém-nascido (RN), no terceiro dia de vida (54 horas de vida), com icterícia observada pela mãe. RN a termo, nascido de parto vaginal. Idade gestacional: 39 semanas. Peso ao nascimento: 3.600 g. Apgar de 1': 8; de 5': 9. Bolsa rota no ato, com líquido amniótico claro. Mãe de 18 anos, saudável G₂P₂A₀. Pré-natal sem intercorrências. Sorologia para toxoplasmose e HIV negativo; VDRL não reator. Grupo sanguíneo da mãe: O Rh positivo. O bebê está evoluindo sem outras intercorrências, além da icterícia. Sucção forte, em aleitamento materno exclusivo, livre demanda. Eliminou mecônio logo após o nascimento e mantém evacuações fisiológicas.

Exame físico: peso atual: 3.400 g. FC: 148 bpm FR: 48 irpm
 RN ativo, choro forte, corado, hidratado, boa perfusão capilar. Icterícia em face, pescoço e tronco até a altura dos mamilos. Sem linfadenomegalias. **Sistema cardiovascular:** pulsos cheios, simétricos e rítmicos. Bulhas rítmicas e normofonéticas. Ausência de sopros. **Sistema respiratório:** eupneico, sons respiratórios normais. **Abdome:** globoso, normotenso. Fígado e baço não palpáveis.

Resultados dos exames	VR	Resultados dos exames	VR
Hb: 15 g/dL	14,5 -22,5 g/dL	Baso: 0,1 x 10 ³ /mm ³	0 a 0,2 x 10 ³ /mm ³
Ht: 47%	45 a 67%	Plaquetas: 340 x10 ³ /mm ³	300 a 600 x10 ³ /mm ³
VCM: 100 fl	95 a 121 fl	Reticulócitos: 4%	2,5 a 6%
Leuc. T: 14 x 10 ³ /mm ³	5 a 21 x10 ³ /mm ³	Bilirrubina total: 11,5 mg/dL	0,3 a 1,6 mg/dL
Seg: 8 x 10 ³ /mm ³	1,5 a 10 x 10 ³ /mm ³	B.direta: 0,2 mg/dL	0,1 a 1,2 mg/dL
Linf: 4 x 10 ³ /mm ³	2 a 17 x 10 ³ /mm ³	B.indireta: 11,3 mg/dL	0,2 a 1,5 mg/dL
Eos: 1 x 10 ³ /mm ³	0,7 a 1,1 x 10 ³ /mm ³	GS: A; Rh positivo	
Monoc: 1,9 x 10 ³ /mm ³	0,3 a 2,7 x 10 ³ /mm ³	Coombs direto: neg.	negativo

Qual o diagnóstico mais provável para este caso?

Registre a hora neste momento: ____:____:____

Fonte: Fernandes (2020)²⁴

No grupo REL, os participantes solucionaram o caso, de acordo com a estratégia proposta por Mamede *et al.* para o raciocínio clínico-reflexivo estruturado.¹⁰⁶ Os participantes preenchem as lacunas de uma tabela como a representada no QUADRO 3, seguindo os seguintes passos:

- a) Após a leitura do caso, registrar o diagnóstico que julguem o mais provável;
- b) registrar os achados do caso que apoiam esse diagnóstico;
- c) registrar os achados do caso que refutam esse diagnóstico;
- d) registrar os achados que deveriam estar presentes se o diagnóstico estivesse correto, mas que não estavam relatados no caso;

- e) listar mais dois diagnósticos alternativos para o caso; seguir o mesmo procedimento dos passos 2, 3 e 4 para cada diagnóstico alternativo.
- f) ranquear os diagnósticos registrados, em ordem decrescente de probabilidade, indicando o diagnóstico final mais provável para o caso.

Quadro 3 - Recurso utilizado para a segunda etapa da fase de treinamento (grupo REL)

Ordem de probabilidade	Hipótese Diagnóstica	Achados que favorecem a HD	Achados que não favorecem a HD	Achados esperados, mas não fornecidos no caso

Fonte: Ibiapina *et al.* (2014)¹⁰⁸

No grupo REP, a tabela para o desenvolvimento do raciocínio clínico era apresentada com lacunas previamente preenchidas (diagnósticos prováveis e a ordem de probabilidade dos diagnósticos), e os participantes deveriam completá-la seguindo os passos da reflexão estruturada, conforme visto no QUADRO 4.

Quadro 4 - Recurso utilizado para a segunda etapa da fase de treinamento (grupo REP)

Ordem de probabilidade	Hipótese Diagnóstica	Achados que favorecem a HD	Achados que não favorecem a HD	Achados esperados, mas não fornecidos no caso
1	Icterícia própria (fisiológica) do RN			
2	Icterícia por incompatibilidade ABO			
3	Icterícia do leite materno			

Fonte: Fernandes (2020)²⁴

No grupo REET, a tabela era apresentada completamente preenchida, como no QUADRO 5, e os participantes eram orientados a estudar a solução do caso: as

hipóteses diagnósticas que estavam listadas, da maior para a menor probabilidade de diagnóstico; os achados do caso que davam suporte a cada uma das hipóteses diagnósticas; os achados que as refutavam; e os achados que poderiam estar presentes em um quadro protótipo da doença listada, mas não estavam presentes na descrição do caso.

Quadro 5 - Recurso utilizado para a segunda fase de treinamento do grupo REET

Ordem de probabilidade	Hipótese Diagnóstica	Achados que favorecem a HD	Achados que não favorecem a HD	Achados esperados, mas ausentes no caso
1	Icterícia própria (fisiológica) do RN	Ocorre em 60% dos RNs a termo. RN clinicamente ok. Icterícia tardia. ↑ Bili Ind. Sem ↑ baço. Sem anemia. Retic: normal. CD: Neg	Mãe grupo sanguíneo O e RN grupo sanguíneo A	Piora da icterícia e ↑ máximo de bilirrubina até 15 mg/dL por volta do 5º dia de vida. Depois, queda progressiva
2	Icterícia por incompatibilidade ABO	Icterícia: ↑ Bili Ind Mãe GS: O e RN GS:A.	Icterícia tardia. Sem anemia. Retic: normal. CD: Neg. (cerca de 1/3 dos RN tem CD positivo)	Microesferócitos em sangue periférico do RN. Anemia nas primeiras semanas de vida
3	Icterícia do leite materno	RN bem. Icterícia tardia. ↑ Bili Ind. LM exclusivo. Sem anemia. Sem ↑ baço. Retic: normal. CD: Neg	Mãe grupo sanguíneo O e RN grupo sanguíneo A	Piora da icterícia além da primeira semana de vida e melhora com a retirada do LM

Fonte: Fernandes (2020)²⁴

Independentemente do grupo de estudo a que pertencessem, os participantes tinham até 5:30 min para executar a segunda etapa da fase de treinamento. Esse tempo foi o mesmo usado em outros estudos^{91,106,108} e era cronometrado, como na primeira etapa. Ao final do tempo, eles eram avisados e orientados a virar imediatamente a página do bloco de casos. Entre um caso e outro havia sempre uma página em branco. Apenas quando todos os participantes estivessem com o bloco aberto na página em branco a ordem para iniciar a primeira etapa do caso

subsequente era dada e o cronômetro novamente ativado. Assim se assegurava que todos os participantes tivessem o mesmo tempo para a execução da tarefa. Os procedimentos da primeira e da segunda etapa eram sucessivamente repetidos para cada caso, até que todos os 12 fossem finalizados. Dessa forma, o tempo total calculado para a fase de treinamento era de 84 minutos (1:30 minuto x 12 + 5.30 minutos x 12 = 84 minutos).

5.3.6.2 Registro do eletroencefalograma

O registro do EEG foi coletado usando-se o dispositivo Emotiv *EPOC*®,¹⁴⁵ de 14 canais de EEG (FIG. 9). O registro foi feito em tempo real, para avaliação de achados eletroencefalográficos correspondentes a indicadores neurobiológicos associados ao aprendizado, ao utilizar as diferentes modalidades da estratégia de prática reflexiva estruturada durante a resolução de casos clínicos.

O *Emotiv*® é um equipamento de EEG portátil, que permite a captação da atividade neurofisiológica. Os eletrodos são posicionados sobre os seguintes marcos anatômicos do Sistema Internacional 10-20: AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4 e mais dois eletrodos de referência, que são empregados na referenciação da medição da amplitude do sinal elétrico das ondas cerebrais, nas regiões A1 e A2. O *Emotiv EPOC*® também inclui um giroscópio de dois eixos, sendo capaz de detectar mudanças no movimento e na orientação da cabeça do usuário.

Esse dispositivo usa tecnologia de eletrodo umidificado com solução salina, que demonstrou registrar EEG de alta qualidade sem a necessidade de preparação da pele de qualquer tipo.^{142,145} Ele foi projetado para ser uma unidade leve e de baixo custo, especificamente desenvolvido para a coleta de dados ecológicos. O sistema é independente, incluindo a aquisição e armazenamento de dados, cabo e saída de dados sem fio e baterias. O *headset* pode ser colocado na cabeça com ajuste anatômico, enquanto se posicionam de forma confiável os sensores.¹⁴⁵

Figura 9 - Coleta de EEG por dispositivo BCI *Emotiv EPOC®*, na fase de treinamento



Para realizar esse registro eletroencefalográfico, foi acoplado à cabeça dos participantes o *headset* sem fio, com os eletrodos previamente hidratados com soro fisiológico e corretamente posicionados. Para isso, os eletrodos frontais (AF3 e AF4) foram posicionados 3 cm acima do limite superior da sobrancelha do paciente, como medida de referência, o que permite o ajuste inerente dos outros eletrodos em suas respectivas áreas de ação. Após o headset ser ligado, era feita a avaliação da qualidade de contato de cada eletrodo - uma medição de impedância que indica a qualidade do sinal elétrico que passa pelos sensores e pela referência. Esta medição era associada a escala de cores: 0 - muito ruim (preto), 1 - ruim (vermelho), 2 - ok (laranja) e 4 - bom (verde).¹⁴⁵ O headset era ajustado até que a maior parte

dos eletrodos aparecessem como pontos verdes na tela do software (FIG.10). Para evitar interferências e ruídos no sinal eletroencefalográfico, era necessário que o indivíduo não fizesse uso de quaisquer produtos cosméticos nos cabelos e não portasse qualquer tipo de aparelho eletrônico durante a realização da coleta. Essas informações foram previamente fornecidas aos participantes.

A captação de informações foi realizada sob a forma de *Raw EEG*, pelo *software Emotiv Pure Xavier®*. As ondas cerebrais são verificadas em termos de amplitude (10-100 microvolts) e frequência de 1 a 80 Hz. Foram captadas quatro bandas independentes principais: delta δ (0.5- 4Hz); teta θ (4-8Hz), alfa α (8-15) e beta β (15-30Hz). O registro de EEG foi coletado durante 35 minutos, correspondendo a 7 minutos iniciais, de leitura das instruções e compreensão da estratégia a qual o aluno estava alocado e 28 minutos, durante os quais o aluno resolvia pelo menos um de cada caso critério e um caso distrator.

Figura 10 - Tela de registro do EEG durante a coleta na fase de treinamento



Finalizada a fase de treinamento, havia um intervalo de 30 minutos até o início da fase seguinte (teste imediato). Durante esse intervalo, um lanche era oferecido aos participantes, que eram orientados a evitar discutir sobre as tarefas realizadas.

5.3.6.3 Fase de teste imediato

Para o teste imediato, os participantes deveriam solucionar um bloco contendo 12 casos clínicos, um por página (FIG. 11). Havia seis casos critério (dois de “pneumonias agudas”, dois de “síndromes ictéricas neonatais”; dois envolvendo “doenças hematológicas”), além de seis casos distratores. Todos os casos critério diferiram daqueles estudados na fase de treinamento, embora se referissem às mesmas doenças.

Na capa do bloco, o participante deveria colocar seu código de identificação. A primeira página continha as seguintes instruções: a) ler o caso e registrar o diagnóstico mais provável da forma mais específica e completa possível; b) registrar duas hipóteses diagnósticas alternativas. A sequência para a solução dos casos não era fixada, tampouco o tempo para diagnosticar cada um deles. Entretanto, os participantes eram informados de que teriam, no máximo, 60 minutos para solucionar todos. Na borda direita superior da página do primeiro caso do bloco, os participantes deveriam registrar a hora, minutos e segundos do início da atividade. Na borda direita inferior da página, que continha o último caso do bloco, registrariam a hora, minutos e segundos do término da atividade.

5.3.6.4 Fase de teste intermediário

A fase de teste intermediário ocorria sete dias após a fase de treinamento e de teste imediato. Os participantes deveriam diagnosticar outros 12 casos clínicos, também apresentados em um bloco. Todos eram diferentes daqueles apresentados nas fases anteriores, embora também abrangessem seis casos distratores e seis casos critério (dois de “pneumonias agudas”, dois de “síndromes ictéricas neonatais”; dois de “doenças hematológicas”). O código de identificação do participante era colocado, por ele mesmo, na capa do bloco e o procedimento para solução dos casos e registro do horário de início e finalização das atividades era exatamente igual ao da fase de teste imediato.

Nesta fase os participantes faziam também o teste de quociente intelectual.

Figura 11 - Formato de apresentação do primeiro caso clínico de um bloco de casos da fase de teste imediato

Caso 1
 Leia o caso a seguir e registre a sua **primeira impressão diagnóstica** e até dois diagnósticos alternativos.

Registre a hora neste momento: ___:___:___

Lactente com 1 anos e 10 meses de idade, gênero masculino, é trazido ao serviço de urgência com história de epistaxe, há aproximadamente doze horas, que cessou após compressão local. A mãe informa ainda o surgimento de petéquias disseminadas logo após a criança ter sido contida para compressão nasal (“como a criança chorava muito e estava resistente ao procedimento de compressão, foi enrolada em um lençol e contida pelo pai”). Sem sinais de sangramento na boca, na urina ou nas fezes. Há aproximadamente 2 dias a criança vem apresentando coriza serosa, afebril, sem comprometimento do estado geral ou do apetite. Há duas semanas recebeu as vacinas anti-hepatite A e para febre amarela.

EE: Peso: escore +2. Altura: escore +1. Tax: 36,8°C. FC: 98 bpm. FR: 20 irpm.
 Estado geral preservado. Corada e hidratada. Boa perfusão capilar. Petéquias disseminadas, inclusive na face. Crosta hemática na narina direita. Linfonodos palpáveis submandibulares, bilateralmente, 0,5 cm de diâmetro, móveis, indolores e fibroelásticos. Oroscopia e otoscopia: sem alterações. Sistema cardiovascular: Sem alterações. Sistema respiratório: Sem alterações. Abdome: globoso. Fígado a 1 cm do rebordo costal direito e baço a 1 cm do rebordo costal esquerdo. Sistema locomotor: sem alterações.

Resultados dos exames	V.R	Resultados dos exames	V.R.
Hb: 11,8 g/dL	11,5 – 12,5g/dL	Reticulócitos: 1,3%	0,5-1,5%
Ht: 36%	33-40%	Inúmeras plaquetas gigantes no sangue periférico.	
VCM: 75 fl	70-87 fl		
Leuc. T: 13,8 x10 ³ /mm ³	5-14 x10 ³ /mm ³		
Neutrófilos: 26%	20-40%	VHS 8 mm/h	3-13 mm/h
Linfócitos: 69%	45-75%	PCR 0,3 mg/ dL	Até 0,8 mg/dL
Eosinófilos: 1%	0-5%	LDH: 340 U/L	320-520 U/L
Monócitos: 3%	2-10%	Ácido úrico: 3,2 mg/dL	0,5-5 mg/dL
Basófilos: 1%	0-2%	ALT/TGP: 30 U/L	24-49 U/L
Plaquetas: 8 x10 ³ /mm ³	150-450 x10 ³ /mm ³	AST/TGO: 29 U/L	5-36 U/L

Qual o diagnóstico mais provável para este caso?

Que diagnósticos alternativos você consideraria?

Fonte: Fernandes (2020)²⁴

5.3.6.5 Fase de teste tardio

A fase de teste tardio ocorria seis meses após a fase de treinamento. Os participantes deveriam diagnosticar outros 12 casos clínicos, também apresentados em um bloco. Todos eram diferentes daqueles apresentados nas fases anteriores, embora também abrangessem seis casos distratores e seis casos critério (dois de “pneumonias agudas”, dois de “síndromes ictéricas neonatais”; dois de “doenças hematológicas”). O código de identificação do participante era colocado, por ele mesmo, na capa do bloco. E o procedimento para a solução dos casos e registro do

horário de início e finalização das atividades era exatamente igual ao da fase de teste imediato.

Nessa fase, os participantes preenchem novamente os formulários de conhecimento e experiência prévios (ANEXO C) e de autoeficácia (ANEXO D), para avaliar a autopercepção de ganho nessas variáveis no intervalo de seis meses. Preenchiam também um questionário para pareamento da amostra após seis meses da intervenção (APÊNDICE C), que avaliava a participação em atividades extracurriculares, realizadas neste intervalo, nas quais pudessem ter tido contato com casos clínicos semelhantes ao do estudo ou tivessem utilizado a estratégia de raciocínio reflexivo estruturada

5.4 Devolutivas

Um mês após a finalização da coleta dos dados, foram realizadas duas sessões para discussão dos casos incluídos no estudo (critério e distratores). As sessões foram realizadas em salas de aula da FM-UNIBH, sob a coordenação da pesquisadora principal, abertas a qualquer interessado, participante ou não da pesquisa. Os dias e horários das sessões foram previamente divulgados por redes sociais, *e-mail*, aviso verbal nos intervalos das aulas teóricas e aplicativos de mensagens.

5.5 Processamento e análise do registro de EEG

Para o processamento dos dados do EEG bruto foi utilizado o *software* EEGLAB®, versão 7.1.3.13 compilada.²⁰³ O EEGLAB® é uma ferramenta interativa de *script* baseado em menus desenvolvidos em Matlab® para processar dados eletrofisiológicos, incorporando análise de componentes independentes (ICA), análise de tempo/frequência, rejeição de artefatos, estatísticas relacionadas a eventos e vários modos úteis de visualização.

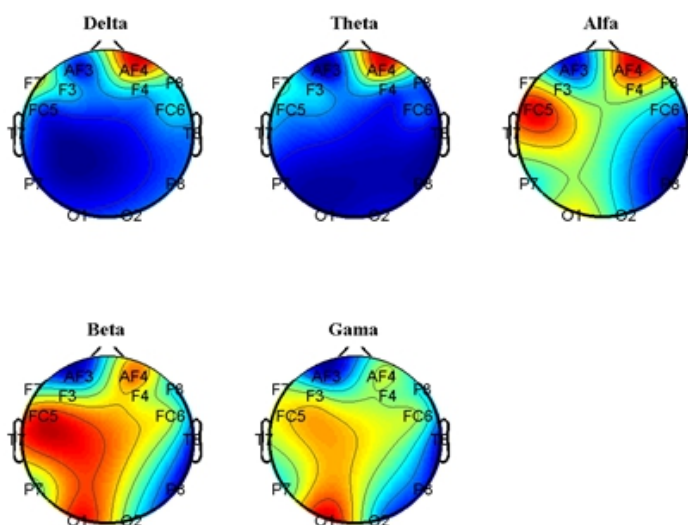
Todos os arquivos foram importados para o *software* no formato *European Data Format* (EDF). Foi realizada a análise dos 14 canais disponíveis no *headset*, com ênfase naqueles representativos das áreas de interesse para análise da tarefa

cognitiva. Para essa etapa foi feita parceria com pesquisadores do Departamento de Psiquiatria e Psicologia Médica da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), vinculados à linha de pesquisa em Tomadas de Decisão e Neuromodulação do Laboratório Interdisciplinar de Neurociências Clínicas (LINC), que realizaram o processamento dos dados e deram suporte à sua análise, no âmbito desta pesquisa.

Depois de selecionados os canais ativos e os de referência no *software*, foi realizada a remoção de artefatos. O sinal bruto advindo dos eletrodos comporta ruídos que não são representativos da atividade do sistema nervoso central (SNC). Esses ruídos podem ser oriundos de fontes neurais, quando componentes não relacionados ao sinal alvo são capturados ou podem ser provenientes de fontes externas, como o deslizamento do cabelo sob os eletrodos e/ou atividade muscular, como a contração dos músculos da face. Em seguida, os sinais passaram por análise de componentes independentes (ICA) para promover a separação dos sinais em componentes individuais e mais uma vez identificar e eliminar artefatos ainda presentes na análise. Posteriormente, foi aplicado o filtro passa-banda de 1 a 60 Hz, em que cada sinal registrado durante a prática dos casos gerou um arquivo com plotagem de 4 a 60 Hz. Esses arquivos foram salvos em formato JPEG para análise qualitativa do padrão de ativação cerebral.

A análise de ativação cerebral foi feita por meio da observação das ondas cerebrais em mapas do escalpo, resultantes do processamento do EEG bruto adquirido por meio dos 14 canais ativos. Para representar a ativação cerebral foram selecionadas as bandas de frequências teta, analisada pela frequência de 6 Hz; alfa, representada pela frequência de 10 Hz; beta, representada pela frequência de 22 Hz; e gama, representada por 40 Hz. A intensidade dessas ondas é analisada pela graduação de cores (FIG. 12). A cor vermelha representa a mais alta ativação, seguida pelas cores laranja e amarelo, que representam ativação alta-moderada; a cor verde representa ativação moderada; e as cores azuis claro e escuro representam baixa ativação cerebral.^{145,203}

Figura 12 - Análise de ativação cerebral em mapa de escalpo, de participante alocado na estratégia REP, durante a fase de treinamento



O registro de EEG foi coletado durante os primeiros 35 minutos da fase de treinamento, de forma a cobrir o registro de atividade cerebral durante a resolução de um caso de cada síndrome das doenças critério e um caso distrator. A transformada rápida de Fourier implementada no *software* EEGLAB® foi usada para realizar a análise espectral e calcular os espectros de potência.

5.6 Análises estatísticas

5.6.1 Variáveis dos estudos

5.6.1.1 Variáveis independentes

- a) Idade: número inteiro calculado em anos, determinado pela subtração do ano de nascimento do participante do ano de participação no estudo;
- b) Sexo: autodeclarado pelo participante no questionário sociodemográfico (masculino; feminino), preenchido na fase de treinamento;
- c) Graduação prévia em outro curso da área de saúde: autodeclarado pelo participante no questionário sociodemográfico a (sim; não), preenchido na fase de treinamento;
- d) Atividade profissional prévia na área de saúde: autodeclarado pelo

- participante no questionário sociodemográfico (sim; não), preenchido na fase de treinamento;
- e) Doença mental: autodeclarado pelo participante no questionário sociodemográfico (sim; não), preenchido na fase de treinamento;
 - f) Uso de medicação/substância com potencial de ação em sistema nervoso central (exemplo: antidepressivos, benzodiazepínicos, drogas ilícitas, energéticos ou similares) nas 24 horas que antecederam a fase de treinamento: autodeclarado pelo participante no questionário sociodemográfico (sim; não), preenchido na fase de treinamento;
 - g) Experiência prévia no conhecimento/utilização da estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos: autodeclarado pelo participante no questionário sociodemográfico (não conheço a estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos; conheço a estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos, mas nunca a utilizei; conheço a estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos e já a utilizei), preenchido na fase de treinamento;
 - h) Participação em atividade extracurricular de Pediatria, no intervalo entre a primeira e a quarta fase do estudo (sim; não), preenchido na fase de teste final;
 - i) Participação em atividade curricular ou extracurricular que utilizasse a prática reflexiva estruturada para a resolução de casos clínicos, no intervalo entre a primeira e a quarta fase do estudo (sim; não), preenchido na fase de teste final;
 - j) QI: valor absoluto calculado para cada participante pela somatória das pontuações obtidas nas respostas das questões da versão brasileira do teste WMT-2;
 - k) Grupos de doenças:
 - i-1) Casos critério: casos que envolviam doenças específicas apresentadas em todas as fases do estudo (QUADRO 2), diagnosticadas em Pediatria, tanto em âmbito ambulatorial, quanto em unidades de urgência e unidades neonatais. Incluía: “pneumonias agudas” (pneumonia bacteriana; pneumonia com derrame pleural; pneumonia viral), “síndromes ictericas neonatais” (icterícia por incompatibilidade ABO,

icterícia própria do recém-nascido e icterícia do leite materno), “síndromes hematológicas” (leucemia aguda; plaquetopenia imune aguda; falência medular).

j) Grupos experimentais: os grupos experimentais de estudo foram definidos conforme descrição no item 5.3.6.1:

i- Raciocínio clínico estruturado livre (REL);

ii- raciocínio clínico estruturado com pistas (REP);

iii-raciocínio clínico estruturado com estudo de exemplo trabalhado (REET);

k) Fase do estudo:

As fases do estudo, em sequência, foram: fase de treinamento; fase de teste imediato; fase de teste tardio; fase de teste final - essas variáveis foram descritas no item 5.3.6.

5.6.1.2 Variáveis dependentes

a) Acurácia diagnóstica: para o diagnóstico apresentado pelos participantes como o mais provável para cada um dos casos envolvendo doenças critério, na primeira etapa da fase de treinamento e nos testes imediato, intermediário e tardio foi dada uma nota referente ao grau de precisão dos diagnósticos fornecidos. Toda a variedade de diagnósticos fornecidos pelos participantes foi transcrita para uma lista e cada um foi pontuado em 0,0; 0,25; 0,5; 0,75 ou 1, com as respectivas correspondências: 0,0, diagnóstico absolutamente incorreto (por exemplo, colestase, no caso de icterícia neonatal por incompatibilidade ABO); 0,25, diagnóstico sintômico (icterícia neonatal); 0,5 (diagnóstico sintômico com menção à etiopatogenia (icterícia neonatal por hemólise); 0,75, diagnóstico sintômico com menção à fisiopatologia (icterícia neonatal por incompatibilidade de grupo sanguíneo); e 1,0, diagnóstico absolutamente correto (icterícia neonatal por incompatibilidade de grupo sanguíneo ABO) (exemplo no QUADRO 6). Esses escores já foram utilizados com sucesso em estudo anterior.⁹¹

As pontuações foram inicialmente dadas por dois pediatras, um professor da FM-UFMG e um professor da FM-UNIBH, ambos com mais de 15 anos de experiência clínica. Cada um desses profissionais desconhecia as notas dadas pelo outro ou o

grupo de estudo ao qual o participante pertencia. O nível de concordância (coeficiente de Kappa) entre as notas dadas pelos dois avaliadores foi superior a 98%. Nos casos de discordância, um terceiro pediatra, também professor da FM UFMG, com mais de 20 anos de experiência, fazia a pontuação das respostas e a nota final era aquela coincidente em duas avaliações.

Quadro 6 - Escores atribuídos aos diagnósticos fornecidos pelos participantes, exemplo de caso critério “icterícia neonatal por incompatibilidade ABO”

Resposta	Nota
Colestase/ infecção/ insuficiência hepática/hepatite	0
Icterícia neonatal	0,25
Icterícia por hemólise	0,5
Icterícia por incompatibilidade de grupo sanguíneo	0,75
Icterícia por incompatibilidade ABO	1

Fonte: Fernandes (2020)²⁴

A acurácia diagnóstica alcançada por cada participante na fase de treinamento para cada um dos grupos de doenças critério (“síndromes ictericas neonatais”, “pneumonias agudas” e “síndromes hematológicas”) correspondia à média das pontuações obtidas para cada caso de doenças do grupo, considerando-se apenas as respostas da primeira etapa dessa fase. Para o cálculo da acurácia diagnóstica alcançada nas fases de teste imediato, tardio e final, consideravam-se as respostas registradas como hipótese diagnóstica mais provável para cada doença do grupo específico de doenças critério.

b) Autoeficácia: valor calculado, para cada participante, pela divisão da somatória dos valores das suas respectivas respostas (marcadas em escala de Likert variando de um a 10), para cada uma das questões que constituem o teste de autoeficácia (ANEXO D), pelo total de questões do teste.

c) Grau de conhecimento teórico prévio dos grupos de doenças critério: taxa média calculada, para cada um dos participantes, pela somatória dos escores marcados na escala de Likert (variação de um a cinco) do instrumento próprio para essa avaliação (ANEXO C), referente ao grau de conhecimentos teóricos que julgavam ter a

respeito de cada uma das doenças que constituíam determinado grupo de doenças critério, dividida pelo número de doenças do respectivo grupo. Assim, os valores desse cálculo poderiam variar entre um e cinco, sendo que quanto mais próximo de cinco, maior era o conhecimento teórico do participante em relação às doenças de cada grupo de casos critério.

d) Grau de experiência clínica prévia dos grupos de doenças critério: taxa média calculada, para cada um dos participantes, da mesma forma que para a variável descrita anteriormente, mas considerando os escores referentes à experiência prévia registrada na escala de Likert em relação à experiência clínica em cada uma das doenças incluídas em cada grupo específico de casos critério. O ANEXO C apresenta o instrumento de avaliação utilizado.

e) Indicadores neurofisiológicos de esforço mental:¹⁸⁷

Estes indicadores derivam da avaliação do registro de EEG coletado durante os primeiros 30 minutos da fase de treinamento, para cada um dos participantes. Para calculá-los, foram definidas, no registro de EEG, as janelas temporais relativas ao período de uso das estratégias de reflexão estruturada (5:30 minutos para cada um dos quatro primeiros casos) e feita a análise das ondas eletroencefalográficas deste intervalo de tempo. Para base de comparação foi utilizado o registro dos primeiros sete minutos do EEG, nos quais todos os alunos fizeram a mesma atividade (leitura das instruções iniciais do bloco de casos clínicos).

e.1 Potência no espectro de onda beta pré-frontal: potência média no espectro de onda beta registrada em eletrodos pré-frontais (AF3, AF4, F3, F4, F7 e F8). Esta potência aumenta com complexidade da tarefa e reflete um estado mental de sobrecarga de trabalho;

e.2 Ativação do córtex pré-frontal dorsolateral direito: potência média dos espectros das ondas registradas em eletrodo AF3. A ativação desta região está relacionada a percepção de esforço mental na atualização de informações; motivação e engajamento, sinalizando quantidade de recursos mentais disponíveis para tomada de decisão;

e.3 Índice de engajamento na tarefa: cálculo através da fórmula $\beta/(\alpha+\theta)$; média geral dos eletrodos de todos os canais, nas frequências beta, alfa e teta. Considerado um marcador de deterioramento do envolvimento na tarefa e fadiga

mental.

e.4 Índice de carga da tarefa: cálculo através da fórmula teta frontal linha média / alfa parietal linha média; média da frequência alfa nos canais P7 e P8 e média da frequência teta nos canais AF3, AF4, F3, F4, F7 e F8. Este índice reflete a carga cognitiva na memória de trabalho.

f) Média de escores de esforço mental registradas pelos participantes durante a resolução de casos clínicos (fase treinamento): taxa média calculada, para cada um dos participantes, pela somatória dos escores marcados na escala visual (variação de um a nove) do grau de esforço que considerasse que lhe tivesse sido exigido para a solução do caso, durante os primeiros 30 minutos da fase de treinamento, na primeira etapa e ao utilizar a estratégia instrucional para a qual foi alocado, na segunda etapa da fase treinamento (FIG. 13).

Figura 13 - Escala para avaliação de esforço mental (em destaque) para estudo da resolução de casos clínicos, utilizando a estratégia de exemplo trabalhado

Caso 4
Leia o caso abaixo e indique a sua primeira impressão diagnóstica. Tente ler o caso rapidamente e, assim que terminar a leitura, escreva o diagnóstico.
Registre a hora neste momento: ____ : ____ : ____

Pediatra é chamado pela enfermeira da unidade neonatal para avaliação de recém-nascido (RN), no terceiro dia de vida (54 horas de vida), com icterícia observada pela mãe. RN a termo, nascido de parto vaginal. Idade gestacional: 39 semanas. Peso de nascimento: 3600g. Apgar de 1': 8; de 5': 9. Bolsa rota no ato, com líquido amniótico claro. Mãe de 18 anos, saudável G₂P₂A₀. Pré-natal sem intercorrências. Sorologia para Toxoplasmose e HIV negativas; VDRL não reator. Grupo sanguíneo da mãe: O Rh positivo. O bebê está evoluindo sem outras intercorrências, além da icterícia. Sucção forte, em aleitamento materno exclusivo, livre demanda. Eliminou mecônio logo após o nascimento e mantém evacuações fisiológicas.

Exame Físico
Peso atual: 3400g. FC: 148bpm. FR: 48 irpm.
RN ativo, choro forte, corado, hidratado, boa perfusão capilar. Icterícia em face, pescoço e tronco até a altura dos mamilos. Sem linfadenomegalias. Sistema cardiovascular: pulsos cheios, simétricos e rítmicos. Bulhas rítmicas e normofonéticas. Ausência de sopros. Sistema respiratório: Eupneico, sons respiratórios normais. Abdome: globoso, normotenso. Fígado e baço não palpáveis.

Resultados dos exames laboratoriais	Valores de Referência	Resultados dos exames laboratoriais	Valores de Referência
Hb: 15 g/dL	14,5-22,5 g/dL	Basófilos: 0,1 x 10 ⁹ /mm ³	0 a 0,2 x 10 ⁹ /mm ³
Ht: 47%	45 a 67%	Plaquetas: 340 x 10 ⁹ /mm ³	300 a 600 x 10 ⁹ /mm ³
VCM: 100 fl	95 a 121 fl	Reticulócitos: 4%	2,5 a 6%
Leucócitos: 14 x 10 ⁹ /mm ³	5 a 21 x 10 ⁹ /mm ³	Bilirrubina total: 11,5 mg/dL	0,3 a 1,6 mg/dL
Segmentados: 8 x 10 ⁹ /mm ³	1,5 a 10 x 10 ⁹ /mm ³	Bilirrubina direta: 0,2 mg/dL	0,1 a 1,2 mg/dL
Linfócitos: 4 x 10 ⁹ /mm ³	2 a 17 x 10 ⁹ /mm ³	Bilirrubina indireta: 11,3 mg/dL	0,2 a 1,5 mg/dL
Eosinófilos: 1 x 10 ⁹ /mm ³	0,7 a 1,1 x 10 ⁹ /mm ³	Grupo sanguíneo: A; Rh positivo	
Monócitos: 1,9 x 10 ⁹ /mm ³	0,3 a 2,7 x 10 ⁹ /mm ³	Coombs direto: negativo	negativo

Qual o diagnóstico mais provável para este caso?

Registre a hora neste momento: ____ : ____ : ____

Achados clínicos e/ou laboratoriais que favorecem a HD	Achados clínicos e/ou laboratoriais que não favorecem a HD	Ordem da maior para a menor probabilidade de da HD	Hipótese Diagnóstica (HD)	Achados clínicos e/ou laboratoriais esperados, mas não descritos no caso.
Ocorre em 60% dos RNs a termo. RN bem clinicamente. Icterícia tardia (após 24 horas de vida). Icterícia por hiperbilirrubinemia indireta. Ausência de esplenomegalia. Ausência de palidez/anemia. Contagem de reticulócitos normal. Coombs direto negativo.	Mãe grupo sanguíneo O e RN grupo sanguíneo A.	1	Icterícia própria (fisiológica) do RN.	Seguimento clínico-laboratorial do RN mostrando piora da icterícia e elevação dos níveis de bilirrubina até no máximo 15mg/dL, por volta do quinto dia de vida e, depois, queda progressiva. História de icterícia no irmão do RN.
Icterícia por hiperbilirrubinemia indireta. Mãe grupo sanguíneo O e RN grupo sanguíneo A.	Icterícia tardia (após 24 horas de vida). Ausência de palidez/anemia. Contagem de reticulócitos normal. Coombs direto (CD) negativo (cerca de 1/3 dos RN tem CD positivo).	2	Icterícia por incompatibilidade ABO.	Registro de exame físico e/ou laboratorial mostrando início mais precoce da icterícia (antes de 24 horas de vida). Presença de microesferócitos no esfregaço de sangue periférico do RN. Seguimento clínico-laboratorial com ocorrência de anemia nas primeiras semanas de vida.
RN bem clinicamente. Icterícia tardia (após 24 horas de vida) por hiperbilirrubinemia indireta. Aleitamento materno exclusivo. Ausência de palidez/anemia. Ausência de esplenomegalia. Contagem de reticulócitos normal. Coombs direto negativo.	Mãe grupo sanguíneo O e RN grupo sanguíneo A.	3	Icterícia do leite materno.	Seguimento clínico-laboratorial do RN mostrando piora da icterícia e elevação dos níveis de bilirrubina indireta além da primeira semana de vida. Relato de suspensão do leite materno, por 24 a 48 horas, seguida de queda brusca da dosagem sérica da bilirrubina.

Registre a hora neste momento: ____ : ____ : ____

Como você avalia o esforço que você precisou fazer para diagnosticar este caso?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Muito, muito baixo								Muito, muito alto.

Registre a hora neste momento: ____ : ____ : ____

Como você avalia o esforço que você precisou fazer para analisar o quadro?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Muito, muito baixo								Muito, muito alto.

5.7 Estatísticas descritivas

Neste estudo foram apresentadas as medidas descritivas mínimo, máximo, média, mediana (Q 2), Quartis (Q 1 e Q 3), e desvio-padrão (dp), além de percentuais como medidas para descrever os resultados das variáveis estudadas.

5.7.1 Teste *t* de Student para amostras independentes²⁰⁴

Com o objetivo de comparar dois grupos independentes quanto às medidas da média de uma variável de interesse do tipo intervalar, foi utilizado o teste *t* de Student para amostras independentes. Trata-se de um teste paramétrico que tem como objetivo comparar médias entre dois grupos distintos/ independentes, isto é, esse teste avalia se existe diferença estatisticamente significativa ou não entre dois grupos de indivíduos quanto às médias de determinada variável quantitativa de interesse.

Ressalta-se que o teste de *Levene* foi utilizado com o objetivo de averiguar a homogeneidade das variâncias de cada variável estudada, por grupo. O objetivo desse teste foi verificar se as variâncias são diferentes ou não entre os dois grupos estudados em relação a uma variável de interesse, ou seja, verificar se a probabilidade de significância do teste é inferior a 5% ($p < 0,05$). Neste presente estudo assumiu-se a heterogeneidade das variâncias, com isso, optou-se por utilizar os valores do teste *t* de Student, assumindo a não igualdade de variâncias, o que contribui com conclusões mais robustas.

5.7.2 Análise de variância (ANOVA) com 1 fator – *oneway*²⁰⁴

A comparação entre três ou mais grupos no que se refere à medida das médias de determinada variável de interesse é feita utilizando-se a técnica paramétrica da análise de variância com um fator. Nos casos em que a análise indica a existência de alguma diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grupos, realizam-se as comparações múltiplas de médias segundo o teste Duncan para verificar em quais grupos realmente existe ou existem diferenças entre as médias. O objetivo desta análise é comparar médias entre três ou mais grupos em relação a uma variável de

nível intervalar de interesse. Ressalta-se que os pressupostos para a utilização desta análise são a normalidade dos resíduos do modelo e a existência de variância constante.

5.7.3 Teste *t* de Student para amostras pareadas²⁰⁴

Na comparação entre medidas realizadas numa mesma unidade experimental e/ou avaliadas em dois momentos distintos (neste estudo, comparar as fases treinamento e “seis meses após”) o teste estatístico *t* de Student para amostras pareadas/ dependentes é utilizado. Esse teste paramétrico tem como objetivo avaliar se a média das diferenças entre duas medidas realizadas numa mesma unidade experimental é estatisticamente igual a zero (hipótese nula) ou diferente de zero (hipótese alternativa).

5.7.4 Análise de variância baseado num modelo de medidas repetidas (RM-ANOVA)^{205,206}

Com o objetivo de avaliar o efeito/ influência do grupo (REE, REG ou REF), bem como da fase do estudo (treinamento, imediato, tardio e final) na variação das médias na nota obtida pelos alunos no diagnóstico ao preencher os casos clínicos, foi utilizada a análise de variância baseada em um planejamento de medidas repetidas. Cabe destacar que o planejamento de medidas repetidas está associado ao fato de um mesmo aluno ser avaliado em quatro momentos distintos na pesquisa (variável / fator - “fase do estudo”). Portanto, além de avaliar a influência dos fatores grupo de estudo, é necessário avaliar a influência da fase de avaliação, bem como a interação entre as variáveis grupo e fase do estudo (ver grupo × fase do estudo).

Ressalta-se que quando a interação é significativa no modelo de análise de variância (ANOVA), o resultado indica que existe diferença no comportamento de um fator (por exemplo: grupo) para cada nível do outro fator estudado (por exemplo: fases do estudo). E, quando a análise indica uma influência significativa ($p < 0,05$) de um ou mais fatores com duas categoriais ou mais ou mesmo uma ou mais interações, será utilizado o teste de comparações múltiplas de médias *Least Significant Difference* (LSD) para avaliar as diferenças encontradas dentro de cada

um dos fatores estatisticamente significativos. Os pressupostos para a utilização desta análise foram verificados e aceitos, isto é, a normalidade de resíduos (teste K-S – Kolmogorov-Smirnov) e variâncias constantes (teste de Levene).

Na análise de medidas repetidas existe uma restrição adicional, a esfericidade (“variâncias iguais” entre as diferenças de médias entre as duas fases estudadas). E caso essa condição de esfericidade seja violada, os resultados serão ajustados pelo método de Greenhouse-Geisser ou Huynh-Feldt.

5.7.5 *Análise de correlação de Pearson*²⁰⁴

A análise de correlação de Pearson (teste paramétrico) quando envolve duas variáveis intervalares (contínua ou discreta) tem como objetivo avaliar a relação entre duas variáveis de interesse. Essa análise expressa a relação entre duas variáveis X e Y, medindo a grandeza dessa relação:

- $r > 0$ a Indica relação direta/ positiva, ou seja, aumento em X é acompanhado por aumento em Y.
- $r < 0$ a Indica relação indireta/ negativa, ou seja, aumento em X é acompanhado por decréscimo em Y.

Alto valor de r (positivo ou negativo) - próximo de +1 ou -1 - indica forte relação, enquanto valor próximo de zero mostra relação fraca ou nula.

Uma medida que quantifica a precisão e a qualidade do modelo de uma regressão (regressão linear simples: $Y = aX + b$, por exemplo) é o coeficiente de determinação (R^2), que pode ser interpretado como a proporção da variabilidade presente nas observações da variável resposta y , que é explicada pelas variáveis preditoras/ regressoras/ independentes no modelo de regressão ajustado aos dados. O R^2 de uma regressão linear simples é igual à medida do coeficiente de correlação elevado ao quadrado. Ou, de outra forma, o valor de R^2 nada mais é do que a correlação ao quadrado entre os valores reais e os valores previstos pelo modelo. E quanto mais próximo de 100% for a medida de R^2 , melhor e mais preciso será o modelo ajustado.

Essa aplicação foi utilizada nas análises de correlação entre as variáveis pesquisadas.

5.7.6 Teste de Kruskal-Wallis ²⁰⁷

A comparação entre grupos independentes em relação às variáveis de interesse (por exemplo, comparação entre os 3 grupos de alunos em relação aos indicadores do EEG) foi realizada utilizando-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (Estatística do teste H), com o objetivo de comparar amostras independentes em relação a uma variável que seja no mínimo ordinal, de amostras pequenas e/ou que não apresente uma distribuição Normal. Esse teste avalia se existe ou não diferença significativa na distribuição das medidas da variável de interesse entre 3 ou mais grupos estudados.

1.7. PROBABILIDADE DE SIGNIFICÂNCIA

5.7.6 Probabilidade de significância (p)

Todos os resultados foram considerados significativos para uma probabilidade de significância inferior a 5% ($p < 0,05$), tendo, portanto, pelo menos 95% de confiança nas conclusões apresentadas.

REFERÊNCIAS

1. Pelaccia T, Tardif J, Tribby E, Charlin B. An analysis of clinical reasoning through a recent and comprehensive approach: the dual-process theory. *Med Educ Online*. 2011; 16:10.
2. Thampy H, Willert E, Ramani S. Assessing clinical reasoning: Targeting the higher levels of the pyramid. *J Gen Intern Med*. 2019; 34(8):1631–6.
3. Round A. Introduction to clinical reasoning. *J Eval Clin Pract*. 2001.
4. Higgs J, Jones M, Loftus S, Christensen N. Clinical reasoning in the health professions. 3. ed. Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 2008.
5. Gruppen LD. Clinical reasoning: Defining It, teaching it, assessing it, studying it. *West J Emerg Med*. 2017; 18(1):4-7.
6. Cutrer WB, Sullivan WM, Fleming AE. Educational strategies for improving clinical reasoning. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2013; 43(9):248-57.
7. Elstein AS, Shulman LS, Sprafka SA. Medical problem solving: A ten year retrospective. Swanwick T, ed. *Eval Health Prof*. 1990; 13:5-36.5.
8. Kahneman D. Thinking, fast and slow. (Farrar SG. (ed.). New York: MacMillan; 2011.
9. Barros RMA, Monteiro AMR, Moreira JAM. Aprender no ensino superior: relações com a predisposição dos estudantes para o envolvimento na aprendizagem ao longo da vida. *Rev Bras Estud Pedagog*, Brasília, 2014; 95(241):544-566.
10. Richard EM. Applying the science of learning to medical education. *Med Educat*. 2010; 44:543–549.
11. Norman GR. Research in clinical reasoning: past history and current trends. *Med Educ*. 2005; 39: 418–427.
12. Charlin B, Tardif J, Boshuizen H. Scripts and medical diagnostic knowledge: theory and applications for clinical reasoning instruction and research. *Acad Med*. 2000; 75(2):182–190.
13. Schmidt HG, Mamede S. How to improve the teaching of clinical reasoning: a narrative review and a proposal. *Med Educat*. 2015; 49:961-973.
14. Norman GR, Brooks LR. The non-analytical basis of clinical reasoning. *Adv HealthSci Educ*. 1997; 2:173–8.
15. Braun LT, Lenzer B, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. How case representations of medical students change during case processing: Results of a qualitative study. *GMS J Med Educat*. 2018; 35(3),1-15.

16. Bordage G. Prototypes and semantic qualifiers: from past to present. *Med Educ.* 2007; 41(12):1117-1121.
17. Bowen JL. Educational strategies to promote clinical diagnostic reasoning. *N Engl J Med.* 2006; 355:2217-25.
18. Yazdani S, Abardeh MH. Five decades of research and theorization on clinical reasoning: a critical review. *Adv Med Educat Pract.* 2019; 703–716.
19. Charlin B, Boshuizen HPA, Custers EJ, Feltovich PJ. Scripts and clinical reasoning. *Med Educ.* 2007; 41:1178-1184.
20. Schmidt HG, Rikers RJ. How Expertise develops in medicine: knowledge encapsulation and illness scripts formation. *Med Educat.* 2007; 41:1133-1139.
21. Thammasitboon S, Cutrer WB. Diagnostic decision-making and strategies to improve diagnosis. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care.* 2013; 43:232-241.
22. Schmidt HG, Norman GR, Boshuizen HPA. A cognitive perspective on medical expertise: theory and implication. *Acad Med.* 1990; 65:611-621.
23. Piaget J, Cook MT. *The origins of intelligence in children.* New York, NY: International University Press, 1952.
24. Fernandes, RAF. Análise do impacto do raciocínio reflexivo estruturado, adicionado ou não de diretrizes complementares, na acurácia diagnóstica de estudantes de Medicina e de médicos-residentes em Pediatria. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde da Criança e do Adolescente) - Belo Horizonte, UFMG, 2019. 158 p.
25. Kahneman D, Klein G. Conditions for intuitive expertise: a failure to disagree. *Am Psychol.* 2009 Sep; 64(6):515-26.
26. Elstein AS. Thinking about diagnostic thinking: A 30-year perspective. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2009; 14(suppl 1):7–18.
27. Neufeld VR, Norman GR, Feightner JW, Barrows HS. Clinical problem solving by medical students: a cross sectional and longitudinal analysis. *Med Educ.* 1981; 15:315–22.
28. Croskerry P. The importance of cognitive errors in diagnosis and strategies to minimize them. *Acad Med.* 2003; 78:775-80.
29. Eva KW. The ageing physician: changes in cognitive processing and their impact on medical practice. *Acad Med.* 2002; 77 (Suppl):1–6.
30. Norman GR, Sherbino J, Dore K, Wood T, Young M, Gaissmaier W, *et al.* The etiology of diagnostic errors:a controlled trial of system 1 vs. system 2 reasoning. *Acad Med.* 2014; 89(2):277-284.

31. Gruppen LD, Woolliscroft JO, Wolf FM. The contribution of different components of the clinical encounter in generating and eliminating diagnostic hypotheses. In *research in medical education: proceedings of the annual conference*. Med Educ. 1988; 27:242-247.
32. Wiswell J, Tsao K, Bellolio MF, Hess EP, Cabrera D. “Sick” or “not-sick”: accuracy of system 1 diagnostic reasoning for the prediction of disposition and acuity in patients presenting to an academic Am J Emerg Med. 2013; 31(10):1448-1452.
33. Custers EJFM. Medical education and cognitive continuum theory: An alternative perspective on medical problem solving and clinical reasoning. Acad Med. 2013; 88:1074–1080.
34. Monteiro SD, Norman G, Sherbino J. The 3 faces of clinical reasoning: Epistemological explorations of disparate error reduction strategies. J Eval Clin Pract. 2018; 24:666–673.
35. Monteiro SD, Sherbino J, Patel A, Mazzetti I, Norman GR, Howey E. Reflecting on diagnostic errors: Taking a second look is not enough. J Gen Intern Med. 2015; 30(9):1270–4.
36. Monteiro SD, Sherbino J, Sibbald M, Norman GR. Critical thinking, biases and dual processing: The enduring myth of generalisable skills. Med Educat. 2020; 54:66–73.
37. Peixoto JM, Elói-Santos SME, Faria RMD. Processos de desenvolvimento do raciocínio clínico em estudantes de Medicina. Rev Bras Educ Méd. 2018; 42(1):73-81.
38. Croskerry P. From mindless to mindful practice—cognitive bias and clinical decision making. N Engl J Med. 2013; 368(26):2445–8.
39. Norman GR, Brooks LR, Colle CL, Hatala RM. The benefit of diagnostic hypotheses in clinical reasoning: experimental study of an instructional intervention for forward and backward reasoning. Cognit Instruct. 2000; 17:433–48.
40. Tversky A, Kahneman D. Extensional versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgment. Psychol Rev. 1983; 90:293–315.
41. Norman G. Building on experience: The development of clinical reasoning. N Engl J Med. 2006; 355:2251-2252.
42. Yonelinas AP. The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. J Mem Lang. 2002; 46:441– 517.
43. Aggleton JP, Brown MW. Interleaving brain systems for episodic and recognition memory. Trends Cogn Sci. 2008; 10:455–63.

44. Larsen DP, Butler AC, Roediger HL III. Test-enhanced learning in medical education. *Med Educat.* 2008; 42:959–66.
45. Monteiro S, Norman G. Diagnostic reasoning: Where we've been, where we're going. *Teach Learn Med.* 2013; 25(S1).
46. Sweller J, van Merriënboer JJ, Paas F. Cognitive architecture and instructional design. *Educ Psychol Rev.* 1998; 10:251-96.
47. Eriksson J, Vogel EK, Lansner A, Bergström F, Nyberg L. Neurocognitive architecture of working memory. *Neuron.* Oct. 2015; 88(1): 33–46.
48. Weidman J, Baker K. Neuroscience in the cognitive science of learning: Concepts and strategies for the educator and learner. *Neurosci Anesthesiol Perioper Med.* 2015; 121(6):1586-1599.
49. van Merriënboer JG, Sweller J. Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies *Med Educat.* 2010; 44: 85–93.
50. Ebbinghaus H. *Memory: a contribution to experimental psychology.* New York: Dover Publications, Inc., 1964 [original German text published 1885].
51. Karpicke JD, Roediger III HL. The critical importance of retrieval for learning. *Science.* 2008; 319:966-968.
52. Arthur Jr. W, Bennett Jr. W, Stanush PL, McNelly T.L. Factors that influence skill decay and retention: A quantitative review and analysis. *Human Perform.* 1998;11(1), 57–101.
53. Custers EJFM. Long-term retention of basic science knowledge: a review study *Adv Health Sci Educat.* 2010; 15:109–128.
54. Schmidmaier R, Ebersbach R, Schiller M, Hege I, Holzer M, Fischer MR. Using electronic flashcards to promote learning in medical students: retesting versus restudying. *Med Educ.* 2011; 45 (11):1101–10.
55. Butler AC, Raley ND. the future of medical education: Assessing the impact of interventions on long-term retention and clinical care. *J Grad Med Educat.* 2015; 483-485.
56. Phye GD. Strategic transfer: A tool for academic problem solving. *Educ Psychol Rev.* 1992; 4(4):393-421.
57. Karpicke JD, Roediger III HL. Repeated retrieval during learning is the key to long-term retention. *J Mem Lang.* 2007; 57:151–162.
58. Custers EJFM, ten cate OTJ. Very long-term retention of basic science knowledge in doctors after graduation. *Med Educat.* 2011; 45:422–430.

59. Larsen DP, Butler AC, Lawson AL, Roediger III HL. The importance of seeing the patient: test-enhanced learning with standardized patients and written tests improves clinical application of knowledge. *Adv Health Sci Educ*. May 2012.
60. Roediger III HL, Gallo DA, Geraci L. Processing approaches to cognition: the impetus from the levels of processing framework. *Memory*. 2002; 10:319-32.
61. Young JQ, Van Merriënboer J, Durning S, Ten Cate O. Cognitive load theory: Implications for medical education: AMEE Guide n. 86. *Med Teach*. 2014; 36(5):371-384.-57.
62. Cowan N. The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? *Curr Direct Psychol Sci*. 2010; 19(1):51
63. Ghanbari S, Haghani F, Barekatin M, Woods AJ. A systematized review of cognitive load theory in health sciences education and a perspective from cognitive neuroscience. *J Educ Health Promot*. 2020; 9:176.
64. Woods N, Brooks L, Norman G. The value of basic science in clinical diagnosis: Creating coherence among signs and symptoms. *Med Educ*. 2005; 39(1):107-12.
65. Eva K. What every teacher needs to know about clinical reasoning. *Med Educ*. 2005; 39(1):98-106.
66. Lingard LA. What we see and don't see when we look at "competence": notes on a god term. *Adv Heal Sci Educ Theory Pract*. 2009; 14(5):625-8.
67. Szulewski A, Howes D, van Merriënboer JJG, Sweller J. From theory to practice: The application of cognitive load theory to the practice of medicine. *Acad Med*. 2021; 96:24–30.
68. Linn A, Khaw C, Kildea H, Tonkin A. Clinical reasoning. A guide to improving teaching and practice. *Aust Fam Physician*. 2012; 41:18-20.
69. Graber ML. Educational strategies to reduce diagnostic error: can you teach this stuff. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2009; 14:63-9.
70. Ericsson KA. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Acad Med*. 1988; 79:S1-S12.
71. Kiesewetter J, Ebersbach R, Görlitz A, Holzer M, Fischer MR, Schmidmaier R. Cognitive problem solving patterns of medical students correlate with success in diagnostic case solutions. *Plos One*. Aug 2013; 8(Issue 8):e71486.
72. Sherbino J, Kulasegaram K, Howey E, Norman G. Ineffectiveness of cognitive forcing strategies to reduce biases in diagnostic reasoning: a controlled trial. *CJEM*. 2012; 15:1–7.

73. Monteiro SD, Sherbino JD, Ilgen JS, Dore KL, Wood TJ, Young ME, *et al.* Disrupting diagnostic reasoning: do interruptions, instructions, and experience affect the diagnostic accuracy and response time of residents and emergency physicians? *Acad Med.* 2015; 89(2):277–284.
74. Ferreira MRMC. Avaliação da percepção de autoeficácia em estudantes de Medicina e residentes e seu impacto no aprendizado com a estratégia de ensino worked example. Dissertação. (Mestrado em Ciências da Saúde da Criança e do Adolescente) - Belo Horizonte, UFMG, 2020. 92 p.
75. Bandura A. Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educ Psychol.* 1993; 28(2):17-148
76. Bandura A. Toward a psychology of human agency. *Perspect Psychol Sci* [Internet]. 2006; 1(2):164–80.
77. Chen CP. Practice & theory strengthening career human agency. *J Couns Dev.* 2006; 84:131–8.
78. Schunk DH, Ertmer PA. Chapter 19 - self-regulation and academic learning: Self-efficacy enhancing interventions A2 - Boekaerts, Monique. *Handb Self Regulation* [Internet]. 2000; 631–49.
79. Usher EL, Pajares F. Sources of self-efficacy in school: Critical review of the literature and future directions. *Rev Educ Res* [Internet]. 2008; 78(4):751–96. 28.
80. Polydoro S, Guerreiro-Casanova D. Escala de autoeficácia na formação superior: construção e estudo de validação. *Avaliação Psicol Interam J Psychol Assess.* 2010; 9(2):267–78.
81. Paas FGWC. Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. *J Educat Psychol.* 1992; 84:429e434.
82. Paas F, Tuovinen J, Tabbers H, van Gerven PWM. Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educat Psychol.* 2003; 38: 63–71
83. Schmeck A, Opfermann M, van Gog T, Paas F. Measuring cognitive load with subjective rating scales during problem solving: differences between immediate and delayed ratings. *Detlev Leutner Instr Sci.* 2015; 43:93–114.
84. Paas F, Van Merriënboer JJG. The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental-effort and performance measures. *Hum Fact,* 1993; 35:737e743.
85. Brünken R, Plass JL, Leutner D. Direct measurement of cognitive load in multimedia learning, *Educat Psychol.* 2003; 38:53–61.

86. van Gog T, Paas F, van Merriënboer JJG. Effects of studying sequences of process-oriented and product-oriented worked examples on troubleshooting transfer efficiency. *Learn Instruct.* 2008; 18:211e222
87. van Gog, T, Paas, F. Instructional efficiency: Revisiting the original construct in educational research. *Educ Psychol.* 2008; 43:16-26.
88. Petersen SE, Posner MI. The attention system of the human brain: 20 years after. *Annu Rev Neurosci.* 2012; 35:73–89.
89. Chandler P, Sweller J. The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *Br J Educat Psychol.* 1992; 62: 233e246.
90. Florax M, Ploetzner R. What contributes to the split-attention effect? The role of text segmentation, picture labelling, and spatial proximity. *Learn Instruct.* 2010; 20:216-224.
91. Fernandes RAF, Malloy-Diniz LF, Vasconcellos MC, Camargos PAM, Ibiapina C. Adding guidance to deliberate reflection improves medical student's diagnostic accuracy. *Med Educ.* 2021; 00:1–11.
92. Mayer RE. Applying the science of learning to medical education. *Med Educ.* 2010;44(6):548-549.
93. Medina MS, Castleberry AN, Persky AM. Strategies for improving learner metacognition in health professional education. *Am J Pharm Educ.* 2017; 81(4), article 78.
94. Hennrikus EF, Skolka MP, Hennrikus N. Applying metacognition through patient encounters and illness scripts to create a conceptual framework for basic science integration, storage, and retrieval. *J Med Educat Curric Develop.* 2018; 5:1–9.
95. Cutting MF, Saks NS. Twelve tips for utilizing principles of learning to support medical education. *Med Teach.* 2012; 34:20-4.
96. Gonullu I, Artar M. Metacognition in medical education. *Educ Health (Abingdon).* 2014 May-Aug; 27(2):225-6.
97. Biggs J. Enhancing teaching through constructive alignment. *High Educ.* 1996; 32:347–64.
98. Dunlosky J, Rawson KA, Marsh EJ, Nathan MJ, Willingham DT. Improving students' learning with effective learning techniques: promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychol Sci Public Interest.* 2013; 14:4–58.
99. Souza PA, Zeferino AMB, Rosa MA. Currículo integrado: entre o discurso e a prática. *Rev Bras Educ Méd.* 2011; 35(1):20-25.

100. Daley B, Torre DM. Concept maps in medical education: an analytical literature review. *Med Educat.* 2010; 44:440–448.
101. Chamberland M, St-Onge C, Setrakian J, Lanthier L, Bergeron L, Bourget A, *et al.* The influence of medical students' self-explanations on diagnostic performance. *Med Educat.* 2011; 45:688–695.
102. Schuwirth LWT, Durning SJ, King SM. Assessment of clinical reasoning: three evolutions of thought. *Diagnosis.* 2020; 7(3):191–196.
103. ten cate O, Durning SJ. Understanding clinical reasoning from multiple perspectives: A conceptual and theoretical overview. *In:* ten cate O, Custers E, Durning SJ. (Eds.). *Principles and practice of case-based clinical reasoning education: A method for preclinical students.* Switzerland, Cham, Springer: 2018; 35–46.
104. Mamede S, Schmidt HG. The structure of reflective practice in Medicine. *Med Educ.* 2004; 38:1302–8.
105. Mamede S, van Gog T, van den Berge K, Rikers RMJ, van Saaze JLCM, *et al.* Effect of availability bias and reflective reasoning on diagnostic accuracy among internal medicine residents. *JAMA.* 2010; 304:1198–1203.
106. Mamede S, Schmidt HG, Penaforte JC. Effects of reflective practice on the accuracy of medical diagnoses. *Med Educ.* 2008; 42:468–475.
107. Mamede S, Schmidt HG. Reflection in diagnostic reasoning: What really matters? *Acad Med.* 2014; 89:959–960.
108. Ibiapina C, Mamede S, Moura A, Elói-Santos S, Gog TV. Effects of free, cued and modelled reflection on medical students' diagnostic competence. *Med Educat.* 2014; 48:796-80516.
109. Mamede S, van Gog T, Moura AS, Faria RM, Peixoto JM, Rikers RM, Schmidt HG. Reflection as a strategy to foster medical students' acquisition of diagnostic competence. *Med Educat.* 2012; 46:464-472.
110. Chamberland M, Mamede S, Bergeron L, Varpio L. A layered analysis of self-explanation and structured reflection to support clinical reasoning in medical students. *Perspect Med Educ.* 2020; 10(12).
111. Monteiro SD, Sherbino J, Schmidt H, Mamede S, Ilgen J, Norman G. It's the destination: diagnostic accuracy and reasoning . *Adv Health Sci Educat.* 2020; 25:19–29.
112. Mamede S, Figueiredo-Soares T, Elói-Santos SM, Faria R, Schmidt HG, van Gog T. Fostering novice students' diagnostic ability: the value of guiding deliberate reflection. *Med Educat.* 2019; 53:628–637.

113. Mamede S, van Gog T, Moura AS, Faria RM, Peixoto JM, Schmidt HG. How can students' diagnostic competence benefit most from practice with clinical cases? The effects of structured reflection on future diagnosis of the same and novel diseases. *Acad Med*. 2014; 89(1):121-127.
114. Ribeiro LMC, Mamede S, Brito EM, Moura AS, Faria RMD, Schmidt HG. Effects of deliberate reflection on students' engagement in learning and learning outcomes. *Med Educ*. Apr. 2019; 53(4):390-397.
115. Ribeiro LMC, Mamede S, Moura AS, Brito EM, Faria RMD, Schmidt HG. Effect of reflection on medical students' situational interest: an experimental study. *Med Educat*. 2018; 52:488–496.
116. Baars M, Visser S, van Gog T, de Bruin A, Paas F. Completion of partially worked-out examples as a generation strategy for improving monitoring accuracy. *Contemp Educat Psychol*. 2013;38: 395–406.
117. Spanjers IAE, van Gog TE, van Merriënboer JJG. Segmentation of worked examples: Effects on cognitive load and learning. *Educat Psychol Rev*. 2020; 32(1).
118. Atkinson RK, Derry SJ, Renkl A, Wortham D. Learning from examples: instructional principles from the worked examples research. *Rev Educat Res*. 2000; 70:181e214.
119. Schmidt HG, Mamede S. How cognitive psychology changed the face of medical education research. *Adv Health Sci Educat*. 2020; 25:1025–1043.
120. Lambe KA, O'Reilly G, Kelly BD, Curristan S. Dual-process cognitive interventions to enhance diagnostic reasoning: a systematic review. *BMJ Qual Saf*. 2016; 25:808-820.
121. Norman GR, Monteiro SD, Sherbino J, Ilgen JS, Schmidt HG, Mamede S. The causes of errors in clinical reasoning: Cognitive biases, knowledge deficits, and dual process thinking. *Acad Med*. 2017; 92:23–30.
122. Kalyuga S, Chandler P, Sweller J, Tuovinen J. When problem solving is superior to studying worked examples. *J Educ Psychol*. 2001; 93:579–83.
123. Doyle T, Zakrajsek T. *The new science of learning how to learn in harmony with your brain*. Stylus Publishing, 2013.
124. Lin FR, Kao CM. Mental effort detection using EEG data in E-learning contexts. *Comp Educat*. 2018; 122:63–79.
125. Morales JM, Ruiz-Rabelo JF, Diaz-Piedra C, Di Stasi LL. Detecting mental workload in surgical teams using a wearable single-channel electroencephalographic device. *J Surg Educ*. 2019; 76(4):1107–1115.

126. Melo M, Gusso GDF, Levites M, Amaro E Jr, Massad E, Lotufo PA, *et al.* How doctors diagnose diseases and prescribe treatments: an fMRI study of diagnostic salience. *Sci Rep.* May 2017; 7(1):1304.
127. Van der Gijp A, Ravesloot CJ, Jarodzka H, Van der Schaaf MF, Van der Schaaf IC, van Schaik JP, *et al.* How visual search relates to visual diagnostic performance: a narrative systematic review of eye-tracking research in radiology. *Adv Health Sci Educat.* 2017; 22(3):765-787.
128. Larsen DP. Planning education for long-term retention: The cognitive science and implementation of retrieval practice. *Semin Neurol.* 2018; 38:449–456.
129. Van Hoof TJ, Terrence JD. Learning science as a potential new source of understanding and improvement for continuing education and continuing professional development. *Med Teach.* Sept. 2018; 40(9):880-885.
130. Brown PC, Roediger HL III, McDaniel MA. *Make it stick: the science of successful learning.* Cambridge (MA): Belknap Press of Harvard University Press, 2014.
131. Sun JCY, Yeh KPC. The effects of attention monitoring with EEG biofeedback on university students' attention and self-efficacy: The case of anti-phishing instructional materials. *Comput Educat.* 2017; 106:73–82
132. van Gog T, Kester L, Nievelstein F, Giesbers B, Paas F. Uncovering cognitive processes: Different techniques that can contribute to cognitive load research and instruction. *Comput Hum Behav.* 2009; 25(2):325-331.
133. Benjamin AS, Tullis J. What makes distributed practice effective? *Cogn Psychol.* 2010; 61:228–247.
134. Carey B. *How we learn: the surprising truth about when, where, and why it happens.* New York (NY): Random House, 2014.
135. Winocur G, Moscovitch M. Memory transformation and systems consolidation. *J Int Neuropsychol Soc.* Sep. 2011;17(5):766-80.
136. Andrews FL, Armstrong EG, Aschenbrenner C, Kass JS, Ogden P, Schwartzstein R, *et al.* What can medical education learn from the Neurobiology of learning? *Michael J Acad Med.* 2011; 86:415–420.
137. Rosenberg M, Finn ES, Scheinost D, Papademetris X, Shen X, Constable RT, *et al.* A neuromarker of sustained attention from whole-brain functional connectivity. *Nat Neurosci.* Jan. 2016; 19(1):165–171.
138. Anderson C, Forney E, Hains D, Natarajan A. Reliable identification of mental tasks using time-embedded eeg and sequential evidence accumulation. *J Neural Engineer.* 2011; 8(2):025023.

139. Antonenko P, Paas F, Grabner R, van Gog T. Using electroencephalography to measure cognitive load. *Educ Psychol Rev.* 2010; 22:425–438.
140. Putze F, Holt D, Schultz T, Funke J. Model-based identification of EEG markers for learning opportunities in an Associative Learning Task with delayed feedback. *ICANN LNCS*; 2014; 8681: 387–394.
141. Melnik A, Legkov P, Izdebski K, Kärcher SM, Hairston WD, Ferris DP, *et al.* Systems, subjects, sessions: To what extent do these factors influence EEG data? *Front Hum Neurosci.* Mar. 2017; 1-20.
142. Stytsenko K, Jablonskis E, Prahm C. Evaluation of consumer EEG device Emotiv EPOC. Conference: MEi: CogSci Conference At: Ljubljana, Slovenia, June 2011.
143. Bashar MK, Chiaki I, Yoshida H. Human identification from brain EEG signals using advanced machine learning method EEG-based biometrics. *IEEE EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES).* 2016, pp. 475-479.
144. Berka C, Levendowski DJ, Cvetinovic MM, Petrovic MM, Davis G, Lumicao MN, *et al.* Real-time analysis of EEG indexes of alertness, cognition, and memory acquired with a wireless EEG headset. *Int J Hum-Comput Interac.* 2004; 17(2):151-170.
145. Emotiv Epoc User manual headset and software setup for your Emotiv EPOC neuroheadset. 2014. Disponível em: <https://www.emotiv.com/knowledge-base/where-can-i-find-a-user-manual/> Acesso em: 13 de junho de 2021.
146. Taylor SG, Schimidt C. Empirical evaluation of the Emotiv EPOC BCI Headset for the Detection of Mental Actions. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting.* 2012; 56(01): 193-197.
147. Cesar AMRVC, Fregni F, Perez G, Colturato C. Estudos experimentais sobre tomada de decisão: uma revisão de literatura da parceria entre a área de negócios e a de neurociência cognitiva. *Adv Scient Appl Account.* 2011; 4:1-18.
148. Elstein AS, Schwarz A. Clinical problem solving and diagnostic decision making: selective review of the cognitive literature. *BMJ.* 2002; 324:729–32.
149. Yoshida K, Hirai F, Miyaji I. Learning system using simple electroencephalograph feedback effect during memory work. *Procedia Comp Sci.* 2014; 35, 1596-1604.).
150. Gevins A, Smith ME. Neurophysiological measures of cognitive workload during human-computer interaction. *Theoret Issues Ergon Sci.* 2003; 4(1-2):113-131.

151. Khosrowabadi R, Quek HC, Wahab A, Ang KK. EEG-based emotion recognition using self-organizing map for boundary detection. *In: 20th International Conference on Pattern Recognition*. Aug. 2010: 4242-4245.
152. Tu Y, Hung YS, Zhang Z, Hu L. Prediction of pain perception using multivariate pattern analysis of laser-evoked EEG oscillations. *In: 13th International Conference on Control Automation Robotics & Vision (ICARCV)*. 2014: 13-16.
153. Anderson SJ, Jamniczky HA, Krigolson OE, Coderre SP, Hecker KG. Quantifying two-dimensional and three-dimensional stereoscopic learning in anatomy using electroencephalography. *Sci Learn*. 2019; 4:10.
154. Consenza R.M. Fundamentos de Neuroanatomia. 2. ed., Belo Horizonte: Guanabara Koogan, 1998: 108-115.
155. Machado A. Neuroanatomia funcional. 2. ed., São Paulo: Atheneu, 1998. 262 p.
156. Áreas do cérebro. Disponível em :<https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/dist%C3%BArbios-neurol%C3%B3gicos/fun%C3%A7%C3%A3o-e-disfun%C3%A7%C3%A3o-dos-lobos-cerebrais/vis%C3%A3o-geral-da-fun%C3%A7%C3%A3o-cerebral>. Acesso em: 08 de junho de 2021.
157. Miller EK. The prefrontal cortex and cognitive control. *Nat Rev Neurosci*. 2000; 1(1):59-65.
158. Paszkiel, S. Analysis and classification of EEG signals for brain-computer interfaces. Springer, 2020.
159. Arpino CM. Registro eletroencefalográfico. Disponível em: <http://cta.if.ufrgs.br/boards/71/topics/939>. Acesso em: 09 de junho de 2021.
160. Sucholeiki R, Benbadis SR, Talavera F, Alvarez N. Normal EEG waveforms. Disponível em: <<http://emedicine.medscape.com/article/1139332-overview#showall>> Acesso em: 09 de junho de 2021.
161. Ismail OAS, Hamzah N, Hanif M. Human emotion detection via brain waves study by using electroencephalogram (EEG). *Int J Adv Sci Engineer Inf Technol*. 2018; 6(6).
162. Curtis CE, D'Esposito M. Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends Cogn Sci*. 2003 Sep; 7(9):415-423.
163. Goldszmidt M, Minda JP, Bordage G. Developing a unified list of physicians' reasoning tasks during clinical encounters. *Acad Med*. 2013; 88(3):390-394.
164. Beer JS, Lombardo MV, Bhanji JP. Roles of medial prefrontal cortex and orbitofrontal cortex in self-evaluation. *J Cogn Neurosci*. 2010; 22(9):2108–2119.

165. Durning SJ, Costanzo ME, Beckman TJ, Artino JR. AR, Roy MJ, van der Vleuten C, *et al.* Functional neuroimaging correlates of thinking flexibility and knowledge structure in memory: Exploring the relationships between clinical reasoning and diagnostic thinking. *Med Teach.* 2016; 38: 570–577.
166. Heit E, Rotello CM, Hayes BK. Relations between memory and reasoning. *In:* Brian R. *Psychology of learning and motivation.* Academic Press. 2012; 57:57-101.
167. Rottschy C, Langner R, Dogan I, Reetz K, Laird AR, Schulz JB, *et al.* Modelling neural correlates of working memory: a coordinate-based meta-analysis. *Neuroimage.* 2012; 60(1):830-846.
168. Süß HM, Oberauer K, Wittmann WW, Wilhelm O, Schulze R. Working-memory capacity explains reasoning ability and a little bit more Intelligence. May-June. 2002; 30(Issue 3):261-288.
169. Anders EK, Kintsch W. Long-term working memory. *Psychol Rev.* 1995; 102.2:211.
170. Klimesch W, Doppelmayr M, Pachinger T, Ripper B. Brain oscillations and human memory: EEG correlates in the upper alpha and theta band. *Neurosci Lett.* 1997; 238:9-12.
171. Khader PH, Jost K, Ranganath C, Rösler F. Theta and alpha oscillations during working-memory maintenance predict successful long-term memory encoding. *Neurosci Lett.* 2010; 468:339-343.
172. Herweg NA, Solomon EA, Kahana MJ. Theta Oscillations in Human Memory. *Trends Cogn Sci.* Mar. 2020; 24(3):208-227.
173. Cavanagh JF, Frank MJ. Frontal theta as a mechanism for cognitive control. *Trends Cogn Sci.* Aug. 2014; 18(8):414–421.
174. Pulvermüller F, Lutzenberger W, Preißl H, Birbaumer N. Spectral responses in the gamma-band: physiological signs of higher cognitive processes? *Neuroreport.* 1995; 6:2059–2064.
175. Miltner WHR, Braun C, Arnold M, Witte H, Taub E. Coherence of gamma-band EEG activity as a basis for associative learning. *Nature.* Feb. 1999; 397(4):434-436.
176. Johnson EL, Kam JWY, Tzovara A, Knight RT. Insights into human cognition from intracranial EEG: A review of audition, memory, internal cognition, and causality. *J Neural Eng.* 2020; 17(5):051001.
177. Hruska P, Krigolson O, Coderre S, McLaughlin K, Cortese F, Doig C, *et al.* Working memory, reasoning, and expertise in medicine: insights into their relationship using functional neuroimaging. *Adv in Health Sci Educ.* 2016; 21:935–952.

- 178.Chen C.M, Wu CH. Effects of different video lecture types on sustained attention, emotion, cognitive load, and learning performance. *Comput Educat.* 2015; 80:108–121.
- 179.Hollender N, Hofmann C, Deneke M, Schmitz B. Integrating cognitive load theory and concepts of human–computer interaction. *Comput Hum Behav.* 2010; 26:1278–1288.
- 180.Galán FC, Beal CR. EEG estimates of engagement and cognitive workload predict math problem solving outcomes. *User modeling, adaptation, and personalization.* Berlin Heidelberg: Springer, 2012, p. 51-62.
- 181.Mak JN, Chan RH, Wong SW. Evaluation of mental workload in visual-motor task: Spectral analysis of single-channel frontal EEG. *In: 39th annual conference of the IEEE industrial electronics society (IECON) New Work: IEEE, 2013, pp. 8426–8430.*
- 182.Chaouachi M, Frasson C. Exploring the relationship between learner EEG mental engagement and affect. *In: Proceedings of the 10th International Conference on Intelligent Tutoring Systems.* Berlin, Heidelberg: Springer, 2010, p. 291–293.
183. Chaouachi M, Frasson C. Mental workload, engagement and emotions: An exploratory study for intelligent tutoring systems. *In: Proceedings of 11th International Conference on Intelligent Tutoring Systems.* Berlin, Heidelberg: Springer, 2012, p. 65–71.
- 184.Chaouachi M, Jraidi I, Frasson C. Modeling mental workload using EEG features for intelligent systems. *In: Proceedings of the International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization.* Berlin, Heidelberg: Springer, 2011, p. 50–61.
- 185.Okogbaa OG, Shell RL, Filipusic D. On the investigation of the neurophysiological correlates of knowledge worker mental fatigue using the EEG signal. *Appli Ergon.* 1994; 25(6):355-365.
- 186.Paas F, Renkl A, Sweller J. Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educat Psychol.* 2003; 38(1).
187. Ismail LE, Karwowski W. Applications of EEG indices for the quantification of human cognitive performance: A systematic review and bibliometric analysis. *PLoS ONE.* 2020, 15(12):e0242857.
188. Doppelmayer M, Finkenzeller T, Sauseng P. Frontal midline theta in the pre-shot phase of rifle shooting: differences between experts and novices. *Neuropsychologia.* 2008; 46(5), 1463-1467.

189. Berka C, Levendowski DJ, Lumicao MN, Yau A, Davis G, Zivkovic VT, *et al.* EEG Correlates of Task Engagement and Mental Workload in Vigilance, Learning, and Memory Tasks. *Aviat, Space Environ Med.* 2007; 78(5) B231–B244.
190. Gevins A, Smith ME, Leong H, McEvoy L, Whitfield S, Du R, *et al.* Monitoring working memory load during computer-based tasks with EEG pattern recognition methods. *Hum Factors.* 1998; 40(1).
191. Fournier LR, Wilson GF, Swain CR. Electrophysiological, behavioral, and subjective indexes of workload when performing multiple tasks: manipulations of task difficulty and training. *Int J Psychophysiol.* 1999; 31(2), 129-145.
192. Sammer G, Blecker C, Gebhardt H, Bischoff M, Stark R, Morgen K, *et al.* Relationship between regional hemodynamic activity and simultaneously recorded EEG-theta associated with mental arithmetic-induced workload. *Hum Brain Mapp.* 2007; 28(8):793–803.
193. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Res Rev.* 1999; 29(2-3):169-195.
194. Chen CM, Wang JY, Yu CM. Assessing the attention levels of students by using a novel attention aware system based on brainwave signals. *Br J Educat Technol.* 2017; 48(2):348-369.
195. Simanton E, Hansen L. Long-term retention of information across the undergraduate medical school curriculum *S D Med.* 2012;65(7):261-3.
196. Richmond A, Cooper N, Gay S, Atiomo W, Patel R. The student is key: A realist review of educational interventions to develop analytical and non-analytical clinical reasoning ability. *Med Educat.* 2020; 54:709–719.
197. https://www.4devs.com.br/gerador_de_numeros_aleatorios Acesso em 10 de abril de 2018.
198. Colom R. O que é inteligência? *In:* Flores-Mendonza C, Colo R. *Introdução à Psicologia das diferenças individuais.* Porto Alegre: Artmed, cap. 3, 2006, p. 59-72.
199. Schlottfeldt CG, Pereira DA, Carvalho AM, Malloy-Diniz LF. *O teste das matrizes progressivas de Viena. Manual da Versão Brasileira.* São Paulo: Cetepp, 2014.
200. Cattell RB. Where is intelligence? Some answers from the triadic theory. *In:* McArdle JJ, Woodcock RW. (orgs.). *Human cognitive abilities in theory and practice.* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 1998; 29-38.
201. Wright BD. Solving measurement problems with the Rasch Model. *J Educ Meas.* 1977; 14(2):97-116.
202. Schwarzer R, Jerusalem M, Weinman J, Wright S, Johnston M. Measures in health psychology: A user's portfolio. *General Self-Efficacy Scale.* 1995; 35–3.

203. Swartz Center for Computational Neuroscience. What is EEGLAB? SCCN. Disponível em: <<https://sccn.ucsd.edu/eeglab/index.php>>. Acesso em: 19 junho 2021.

204. Johnson R, Bhattacharyya G. Statistics principles and methods. New York: John Wiley & Sons. 1986. 578 p.

205. Milliken GA, Johnson DE. Analysis of messy data. New York: Chapman & Hall, 1992. 472 p.

206. Montgomery DC. Design and analysis of experiments. New York: John Wiley & Sons, 1991. 649 p.

207. Conover WJ., Practical Nonparametric Statistics, New York: John Wiley & Sons, 1980, 493 p.

6 RESULTADOS

Dos conhecimentos gerados por esse experimento foram produzidos dois artigos originais (1 e 2) e um comunicado breve (3):

1- Conhecimento, acurácia diagnóstica e esforço mental durante resolução de caso clínico por estudantes de Medicina (APÊNDICE E - artigo publicado na Revista Brasileira de Ciências da Saúde).

2- Impacto tardio de estratégias de ensino de raciocínio clínico estruturadas na acurácia diagnóstica de estudantes de Medicina.

3- Avaliação comparativa de percepção de esforço mental por indicador neurobiológico e escala numérica de autopercepção em estudantes de Medicina submetidos à prática reflexiva estruturada.

6.1 Artigo Original 1: Conhecimento, acurácia diagnóstica e esforço mental durante resolução de caso clínico por estudantes de Medicina

Relationship between of knowledge, diagnostic accuracy, mental effort during clinical case resolution by medical students

Gabriela Araujo Costa¹, Maria Clara Argolo Costa²; Isabela Valladares Cesar Evangelista²; Beatriz Mota Tiburcio²; Lucas Lisboa Torquette²; Cássio da Cunha Ibiapina³; Marcos Xavier Silva ⁴

¹ Doutoranda em Saúde da Criança e Adolescente, UFMG; docente da Faculdade de Medicina do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH)..

² Acadêmicos de Medicina do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH).

³ Pós-Doutor em Educação Médica, Universidade de Erasmus; docente da Faculdade de Medicina Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

⁴ Doutor em Ciência Animal pela Escola de Veterinária da UFMG, Professor Associado de Epidemiologia no Departamento de Medicina Veterinária da Escola de Veterinária UFMG.

Resumo

Introdução: a compreensão dos processos cognitivos envolvidos no desenvolvimento do raciocínio clínico é foco de atenção de pesquisadores em educação médica em todo o mundo. Este trabalho objetiva descrever a relação entre acurácia diagnóstica, esforço mental e percepção de conhecimento prévio em uma amostra de estudantes de Medicina expostos a casos clínicos de pneumonia.

Método: casos clínicos de pneumonia (bacteriana, com derrame pleural e viral) foram analisados por 60 alunos do quarto ano de Medicina, que determinaram diagnóstico provável, grau de esforço mental para essa tarefa e grau de conhecimento prévio dessas doenças. A relação entre essas variáveis foi avaliada por estudo de correlação de Pearson e análise de componentes principais.

Resultados: do total de estudantes, um terço diagnosticou corretamente os casos de pneumonia bacteriana e viral, e apenas 10% deles diagnosticaram corretamente pneumonia com derrame pleural. Os alunos relataram menos conhecimento prévio e mais percepção de esforço mental na resolução desse caso. A relação entre acurácia e esforço mental foi inversa e estatisticamente significativa apenas para o caso de pneumonia viral ($r:-0,3503$, $p=0,0056$). Em todos os casos houve associação significativa e inversamente proporcional entre conhecimento prévio e esforço mental. **Conclusões:** a relação entre mais percepção de conhecimento prévio sobre a doença, mais acurácia diagnóstica e menos esforço mental não foi

observada neste estudo. É preciso estimular pesquisas que aprimorem os processos envolvidos na mobilização de recursos cognitivos para realização de diagnósticos corretos, potencializando estratégias de ensino que culminem em melhor acurácia diagnóstica com menor grau de esforço mental.

Palavras-chave: Educação médica. Bases de conhecimento. Metacognição. Autoavaliação diagnóstica.

ABSTRACT

Introduction: The understanding of the cognitive processes involved in the development of clinical reasoning is the focus of attention for researchers in medical education worldwide. This work aims to describe the relationship between diagnostic accuracy, mental effort and perception of previous knowledge in a sample of medical students exposed to clinical cases of pneumonia. **Method:** Sixty medical students from the fourth year analyzed clinical cases of pneumonia (bacterial, with pleural and viral effusion) and determined probable diagnosis, degree of mental effort for this task and degree of prior knowledge of these pathologies. The relationship between these variables was assessed by a Pearson correlation study and Principal Component Analysis. **Results:** One third of the students correctly diagnosed cases of bacterial and viral pneumonia, only 10% of them correctly diagnosed pneumonia with pleural effusion. The students reported less prior knowledge and greater perception of mental effort in solving this case. The relationship between accuracy and mental effort was inverse and statistically significant only for the case of viral pneumonia ($r: -0.3503$, $p = 0.0056$). In all cases there was a significant and inversely proportional association between prior knowledge and mental effort. **Conclusions:** The relationship between greater perception of prior knowledge about the disease, greater diagnostic accuracy and less mental effort was not observed in this study. It is necessary to stimulate research that improves the processes involved in the mobilization of cognitive resources to carry out correct diagnoses, enhancing teaching strategies that culminate in better diagnostic accuracy with a lower degree of mental effort.

Keywords: Medical education. Knowledge bases. Metacognition. Self-assessment.

INTRODUÇÃO

Um dos principais determinantes da qualidade da assistência prestada ao paciente é a competência diagnóstica, definida como a capacidade de mobilizar recursos cognitivos para, a partir da história clínica, definir o diagnóstico mais provável e propor o tratamento adequado¹. A competência diagnóstica é formada por vários atributos, entre os quais a acurácia, que é a precisão na definição correta do quadro clínico de um paciente. Diagnósticos incorretos podem ocorrer em até 15% dos atendimentos e o principal fator determinante são os lapsos na forma de organização e utilização do conhecimento pelo profissional, durante a abordagem ao

paciente². Tais erros podem levar a decisões e condutas médicas equivocadas, com resultados clínicos indesejáveis, tanto do ponto de vista clínico quanto financeiro e socioemocional^{3,4}. Por isso, identificar fatores associados ao desenvolvimento da habilidade precisa de raciocínio clínico tem sido foco de atenção de pesquisadores em educação médica^{5,6}.

O erro médico é uma das principais causas de morte nos Estados Unidos e aproximadamente 10-15% destes casos resultam de erro de diagnóstico.¹ Estes números ilustram a importância da competência diagnóstica, definida como a capacidade de mobilizar recursos cognitivos para definir a hipótese diagnóstica mais provável a partir da história clínica e propor um tratamento adequado.² Para desenvolver a competência diagnóstica, os estudantes de medicina devem aprender a organizar mentalmente os dados obtidos a partir da história clínica e do exame físico para definir uma hipótese diagnóstica, considerando o contexto do paciente. O raciocínio clínico é a expressão deste processo de pensamento clínico e tomada de decisões,³ e a investigação científica na educação médica tem-se concentrado no ensino desta competência durante décadas, envolvendo diferentes estratégias para desenvolver esta complexa habilidade clínica. Embora os fundamentos teóricos tenham sido estudados de diferentes perspectivas, todo o processo, com todas as suas nuances, ainda não foi inteiramente compreendido.⁴

Uma importante estratégia de ensino que já foi demonstrada ser eficaz no desenvolvimento do raciocínio clínico e da acurácia diagnóstica é a reflexão estruturada.^{5,6} Inicialmente desenvolvida e estudada no contexto da competência diagnóstica dos médicos, esta estratégia foi posteriormente investigada como uma ferramenta de aprendizagem e demonstrou ter um efeito considerável na acurácia diagnóstica dos estudantes de medicina.^{7,8}

Orientações adicionais para esta estratégia de reflexão podem ser ainda mais eficazes para a aprendizagem médica.⁸ Proporcionar novos conhecimentos numa estrutura coerente e integrá-los com conhecimentos anteriores favorece o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, o que leva a uma melhor utilização do que foi ensinado em novas situações.^{9,10} Neste contexto, Ibiapina et al., em estudo envolvendo estudantes do quinto e sexto anos (n=115) randomizados

em três grupos experimentais diferentes, investigaram os efeitos da reflexão livre (os estudantes resolveram casos clínicos utilizando a reflexão deliberada sem qualquer orientação adicional), guiada por pistas (os estudantes resolveram casos mas receberam o diagnóstico e diagnósticos diferenciais, sobre o qual tiveram de refletir) e por exemplos trabalhados (estudaram a resolução dos casos) sobre a sua aprendizagem.¹¹ Após uma semana da intervenção inicial, os grupos de reflexão guiada e por exemplo trabalhado obtiveram melhores resultados do que o grupo de reflexão livre ($p < 0,001$). Fernandes et al. encontraram resultados semelhantes com estudantes de medicina do terceiro ($n=80$) e do sexto ano ($n=62$).¹²

Quando os estudantes são encorajados a relacionar a apresentação clínica com cada diagnóstico que consideram, a estratégia de raciocínio estruturado enriquece a formação de scripts mentais, facilitando aos estudantes o reconhecimento de doenças quando as reencontram.¹³ A fim de reforçar a evidência a favor da utilização da reflexão estruturada como uma estratégia poderosa para o ensino do raciocínio clínico, estes resultados devem ser replicados em diferentes contextos e o seu impacto a longo prazo deve ser medido.^{5,6}

A retenção da aprendizagem é uma preocupação legítima dos educadores.^{14,15} Esquecer não é inesperado uma vez que se trata de um fenómeno psicológico natural, demonstrado pela primeira vez por Ebbinghaus em 1885 na sua famosa obra com gráficos que retratam a retenção da memória ao longo do tempo. Neste estudo, os pesquisadores demonstraram que sequências de letras repetidamente apresentadas a voluntários eram esquecidas por mais de 40% deles em menos de cinco minutos.¹⁶

A memória para conhecimentos e habilidades médicas também sofre influência desses mesmos processos de esquecimento. Por exemplo, um estudo de retenção de habilidades de ressuscitação cardiopulmonar (RCP) demonstrou decadência rápida, linear e substancial na habilidade após o treinamento - apenas 2,4% dos formados três anos antes puderam realizar a RCP com sucesso.¹⁷

Um pós-teste mede frequentemente o impacto das estratégias instrucionais de ensino do raciocínio clínico na retenção do conhecimento após um curto intervalo

de sete a 14 dias, por exemplo.^{7,11-12} O enfoque exclusivo nos resultados a curto prazo leva a uma suposição que é frequentemente falsa: presume-se que o desempenho a curto prazo é um bom preditor de desempenho a longo prazo. Infelizmente, o domínio demonstrado durante ou imediatamente após a aprendizagem pode ser facilmente perdido nas semanas e meses seguintes.^{15,18}

Vários estudos recentes demonstraram que uma parte substancial dos conhecimentos e competências essenciais adquiridos durante a faculdade de medicina é esquecida ao longo da graduação e da residência.¹⁹⁻²¹ Dada a escassez de estudos reais sobre a retenção a longo prazo na educação médica, os resultados disponíveis são ainda inconclusivos.^{15,20} Estratégias educacionais que ajudam a reter, recuperar e aplicar informação a longo prazo melhoram significativamente a eficiência e eficácia da educação médica; também poupam tempo e recursos valiosos ao reduzir a necessidade de reaprender no futuro.¹⁹

Um determinante primário do nível de conhecimento clínico retido é a eficácia da aprendizagem inicial,¹⁵ que é fortemente influenciada pela estratégia educacional utilizada. As estratégias estruturadas favorecem a capacidade de codificar com sucesso os dados na memória a longo prazo e subsequentemente recuperar e integrar estes conhecimentos quando confrontados com uma situação gatilho. Esta capacidade é necessária em situações que envolvam a manutenção ativa de grandes volumes de informação (por exemplo, durante a anamnese) ou frente a distratores, como dados irrelevantes comunicados pelo paciente ou um ambiente ruidoso.²²⁻²⁴

Este estudo verificou o impacto em longo prazo (seis meses após a intervenção inicial) de diferentes formatos da estratégia de raciocínio clínico reflexivo (livre, guiada por pistas e por exemplos trabalhados) sobre a acurácia diagnóstica dos estudantes de medicina. Nossa hipótese é que o uso de estratégias estruturadas promove melhoria nos escores de acurácia diagnóstica após um intervalo de seis meses de seu uso inicial, por auxiliarem na organização e retenção do conhecimento na memória de longo prazo. Este estudo Esta pesquisa enfatiza o valor das estratégias instrucionais estruturadas para o desenvolvimento da habilidade de raciocínio clínico.

O modelo de educação médica formal é caracterizado pelo raciocínio analítico durante as fases iniciais do curso, nas quais o aluno adquire conhecimentos sobre os mecanismos fisiopatológicos e biológicos das doenças, baseado em um modelo que explique as causas e consequências de cada uma das manifestações clínicas apresentadas por um paciente. Quando se inicia a prática clínica, o aluno soma ao conhecimento teórico a experiência adquirida durante os atendimentos e forma “*scripts mentais*”, modelos simplificados de doenças similares aos quadros teóricos estudados em sua formação inicial, que são arquivados na memória¹⁰. À medida que é exposto a maior número de pacientes e a casos mais complexos, o aluno percebe que uma mesma doença pode manifestar-se de formas diferentes do padrão arquivado. E exercita o raciocínio reflexivo reorganizando novos modelos mentais, que contemplam as variações clínicas de uma mesma doença e a possibilidade de um grupo particular de sinais e sintomas relacionar-se a uma ou mais doenças^{11,12}.

Durante esse processo, vários fatores podem influenciar a aquisição da acurácia diagnóstica, tais como as percepções de reconhecimento prévio do conteúdo exposto e de esforço mental despendido para a resolução de um caso clínico. A precisão desses julgamentos de monitoramento pode influenciar na habilidade de raciocinar clinicamente e, por isso, todos esses fatores devem ser estudados como importantes ferramentas a serem manejadas por professores e alunos, na busca da acurácia e, conseqüentemente, da competência diagnóstica^{13,14}.

O objetivo deste artigo foi descrever a relação entre acurácia diagnóstica, grau de esforço mental e percepção de conhecimento prévio em uma amostra de estudantes de Medicina do quarto ano expostos a casos clínicos simples e complexos de pneumonia.

MÉTODOS

Estudo experimental realizado com alunos de Medicina de uma faculdade privada de Belo Horizonte. O público-alvo foi constituído de alunos do quarto ano, porque nesse período do curso os participantes já teriam sido expostos a conteúdo teórico sobre

as doenças que compõem os casos clínicos, mas com as quais teriam pouca experiência prática, reduzindo o efeito de expertise reversa¹.

O cálculo amostral realizado para garantir a representatividade da amostra (N=151) com nível de confiança de 90% foi de 67 participantes. Os dados foram coletados entre março e novembro de 2018.

Na etapa inicial do estudo, cada estudante assinou o termo de consentimento livre e esclarecido e recebeu uma lista de doenças, entre as quais constavam as do trato respiratório, cuja acurácia seria avaliada na pesquisa. Na lista, o participante deveria determinar seu grau de conhecimento com cada doença. Essa variável foi medida utilizando-se a escala de Likert, variando de um a cinco, conforme o grau de conhecimento teórico com cada doença (1- nulo; 2- muito limitado; 3- razoável; 4- bom; 5- excelente). Para a análise dos resultados, foi calculada a taxa média de conhecimento prévio, pela somatória dos escores da amostra marcados na escala de Likert do instrumento próprio para essa avaliação.

Paralelamente, foi verificado na grade curricular do curso quantas vezes o conteúdo associado à pneumonia foi apresentado aos estudantes nos semestres anteriores, nas disciplinas comuns e obrigatórias do currículo, tais como semiologia, patologia clínica, entre outras, e quais alunos haviam cursado a disciplina optativa de Pneumologia.

Em um segundo momento, o participante recebeu um bloco de 12 casos clínicos escritos, entre os quais estavam aqueles relacionados às enfermidades cuja acurácia se desejava determinar no estudo (pneumonia viral e bacteriana – casos simples e com derrame pleural – caso complexo). Os casos cuja acurácia não seria mensurada envolviam doenças diversificadas e sua função era apenas compor o bloco e evitar que os participantes percebessem em quais teriam seu desempenho diagnóstico medido.

Cada caso era estruturado com anamnese, exame físico e exames complementares (FIG. 1) e era baseado em casos reais atendidos pelos pesquisadores. Antes de serem aplicados aos alunos, foram avaliados por dois pediatras experientes,

professores da faculdade e não pertencentes ao estudo. Foi destinado o tempo de um minuto e meio para a resolução de cada caso, mesmo período utilizado em trabalhos anteriores conduzidos com a mesma metodologia^{5,15,16}. Ao término desse tempo, os alunos deveriam fornecer diagnóstico da forma mais precisa que pudessem e marcar grau de esforço mental utilizado na resolução.

Para a análise do grau de acurácia diagnóstica foi considerado o diagnóstico que o aluno tinha registrado como sendo o mais provável após a leitura do caso. Toda a variedade de diagnósticos fornecidos pelos participantes foi transcrita para uma lista e cada um foi pontuado em 0,0; 0,5 ou 1,0, com as respectivas correspondências: 0,0, diagnóstico absolutamente incorreto (exemplo: gripe); 0,5 diagnóstico sindrômico (exemplo: pneumonia); 1,0 diagnóstico absolutamente correto (exemplo: pneumonia viral). As pontuações foram inicialmente dadas por dois pediatras, professores com mais de 25 anos de experiência clínica. Cada um desses profissionais desconhecia as notas dadas pelos outros. O nível de concordância (coeficiente de Kappa) entre as notas dadas pelos dois avaliadores foi superior a 98%. Nos casos de discordância, um terceiro pediatra, também professor, com mais de 40 anos de experiência fazia a pontuação das respostas e a nota final era aquela coincidente em duas avaliações.

Figura 1 – Modelo de caso clínico estruturado utilizado no trabalho

Leia o caso abaixo e indique a sua **primeira impressão diagnóstica**. Tente ler o caso rapidamente e, assim que terminar a leitura, escreva o diagnóstico.

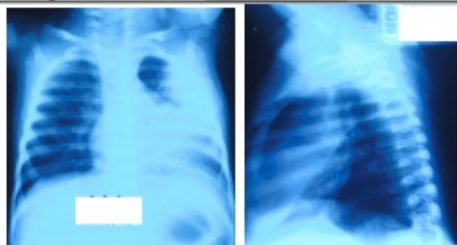
Registre a hora neste momento: ____:____:____

Escolar de 7 anos de idade, gênero masculino, é avaliado na unidade de urgência com quadro de febre, taquipneia e tosse. Segundo a mãe, há aproximadamente uma semana a criança esteve gripada e havia apresentado melhora, quando há 24 horas, iniciou quadro com febre alta (39,5°C), calafrios, tosse seca e taquipneia. Nega sibilância, dificuldade ou dor para respirar. A criança está em uso de dipirona, a cada 4 horas. Vacinação em dia.

Exame Físico:

Peso: escore 0. Altura: escore 0. Tax: 39,4°C. FC: 120 bpm. FR: 36 irpm.
 Paciente prostrado. Mucosas hidratadas e coradas. Acianótico. Boa perfusão capilar. Presença de linfonodos submandibulares e cervicais anteriores palpáveis, bilateralmente, de 0,5 a 0,7 cm de diâmetro, fibroelásticos, móveis, indolores. **Orofaringe** hiperemiada. **Otoscopia** sem alterações. **Sistema cardiovascular**: pulsos cheios, simétricos e rítmicos. Bulhas rítmicas e normofonéticas. Ausência de sopros. **Sistema respiratório**: Taquipneico sem sinais de esforço. Expansibilidade simétrica. Submaciez, frêmito tóraco vocal (FTV) aumentado e som vesicular (SV) muito diminuído na base anterior do hemitórax (HTX) esquerdo. **Abdome**: discretamente distendido, indolor à palpação. Fígado e baço não palpáveis. **Sistema nervoso**: Consciente. Sem rigidez de nuca.

Resultados dos exames laboratoriais	Valores de Referência	Resultados dos exames laboratoriais	Valores de Referência
Hb: 12 g/dL	11,5 – 14,5g/dL	Linfócitos: 18%	35-45%
Ht: 36%	33-45%	Eosinófilos: 0%	0-5%
VCM: 80fl	77-95fl	Monócitos: 5%	2-10%
HCM: 28 pg	27 - 32 pg	Basófilos: 0%	0-2%
Leucócitos: 18,8x10 ³ /mm ³	5-13 x10 ³ /mm ³	Plaquetas: 250x10 ³ /mm ³	150-450 x10 ³ /mm ³
Metamielócitos: 2%	0%	Reticulócitos: 1,3%	0,5-1,5%
Bastonetes: 3%	0-1%	PCR: 12,2 mg/dL	Até 0,8 mg/dL
Segmentados: 72%	45-60%	VHS: 43 mm/h	3-13 mm/h



RX de tórax:

- PA
- Perfil

Qual o diagnóstico mais provável para este caso?

Registre a hora neste momento: ____:____:____

Como você avalia o esforço que você precisou fazer para diagnosticar este caso?

1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Muito, muito baixo Muito, muito alto.

Fonte: Fernandes (2020)¹⁷

Para registro de esforço mental, cada participante assinalou, em uma escala visual de um a nove, o grau de esforço que considerasse que lhe tenha sido exigido para a solução do caso, sendo “um” o esforço “muito, muito baixo” e “nove” o esforço “muito, muito alto” (FIG. 1). Essa escala foi adaptada de escalas visuais validadas em estudos anteriores que utilizaram metodologia semelhante à deste trabalho^{5,15-18}. Para a análise dos resultados foi calculada a taxa média de esforço mental da amostra, pela somatória dos escores marcados na escala visual própria para essa avaliação.

Foram analisadas então as variáveis acurácia diagnóstica, esforço mental e conhecimento prévio e a relação pareada entre elas. As análises estatísticas de comparação de correlações pareadas foram feitas utilizando-se o estudo de

correlação de Pearson com o programa *Stata* 12.0. Para isso, foi feita uma matriz de correlação dos dados com a utilização de um valor de (p) igual ou inferior a 0,05 com critério de distinção estatisticamente significativa. Para a análise multivariada, foi feita a avaliação de componentes principais, gerando um resultado cuja interpretação múltipla traz ao estudo mais dinâmica de análise.

A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética local, cadastrada no CAAE sob o número 81421917.7.0000.5149 (23/02/2018). Recebeu financiamento dos próprios autores e de bolsa de pesquisa emitida pelo Centro Universitário de Belo Horizonte, para a pesquisadora principal, no período de março de 2018 a março de 2019.

RESULTADOS

Dos 151 alunos matriculados no quarto ano do curso no ano de 2018, 68 concordaram em participar do estudo (45% do público-alvo). Após a aplicação do bloco de casos clínicos, oito alunos foram excluídos, pois não escreveram qualquer diagnóstico em um ou mais dos casos de pneumonia avaliados. Foram então avaliados 60 alunos. Destes, 75% são mulheres (mesma distribuição por sexo que a amostra inicial – 73,5%) e 18 (29,5%) fizeram a disciplina optativa de Pneumologia antes da participação na pesquisa. A idade média da amostra foi de 25 anos.

As análises estatísticas de comparação de correlações pareadas mostraram que os resultados apresentam forte correlação, em função de um pareamento realizado com amostragem suficiente (n=60).

A TAB. 1 mostra a porcentagem de alunos que acertaram o diagnóstico em cada caso clínico (denominada como acurácia diagnóstica), as médias de escore do esforço mental para a resolução do caso e do grau de conhecimento teórico prévio da doença à qual o caso clínico se relacionava.

Tabela 1- Valores de acurácia diagnóstica e médias de escore de esforço mental e de conhecimento prévio da doença para cada caso clínico

Caso clínico	Acurácia Diagnóstica *		Esforço Mental ** (média 1-9)	Conhecimento prévio *** (média 1-5)
	N	%		
Caso 1 - Pneumonia bacteriana	20	32,8	5,6	3,6
Caso 2 - Pneumonia com derrame	04	6,55	7,0	2,7
Caso 3 - Pneumonia viral	16	26,2	6,8	3,3

* Considerada como pontuação 1,0 – diagnóstico absolutamente correto.

** Escala visual que variou de 1 (mínimo esforço mental) a 9 (máximo esforço mental).

*** Escala de Likert que variou de 1 (conhecimento prévio nulo) a 5 (conhecimento prévio excelente).

Fonte: dados dos autores.

A maior taxa de acerto foi para o caso 1 (pneumonia bacteriana), cujo diagnóstico foi feito corretamente por 20 estudantes. Para a doença considerada de maior complexidade (pneumonia com derrame pleural), observa-se que a taxa de acerto foi inferior a 10%; os alunos relataram menos conhecimento prévio desta doença e mais percepção de esforço mental para a resolução desse caso.

Para o caso 1 (pneumonia bacteriana), 17 dos 20 estudantes que apresentaram elevada acurácia diagnóstica (pontuação 1 – diagnóstico correto e claramente descrito) relataram que seu esforço mental para fazer o diagnóstico foi baixo (escores 1-2 – “muito baixo” ou “muito, muito baixo”). Dos 20 estudantes que acertaram o diagnóstico, mais de 60% avaliaram sua percepção do conhecimento sobre pneumonia bacteriana como “muito limitada” (escore 2 na escala de Likert).

No caso 2 (pneumonia com derrame), 64% dos estudantes conseguiram diagnosticar o processo pneumônico, mas não o derrame, que foi diagnosticado por apenas quatro dos 61 participantes da pesquisa. Para a resolução desse caso, 65% dos alunos consideraram ser necessário alto grau de esforço mental (escores 7-9 na escala visual de esforço mental) e 42% avaliaram o conhecimento prévio sobre a doença como “nulo” ou “muito limitado”.

Ao mensurar-se a acurácia diagnóstica para o caso 3 (pneumonia viral), um quarto dos participantes definiu corretamente o diagnóstico e 37% conseguiram identificar a infecção como localizada em vias aéreas inferiores, mas não detectaram corretamente a etiologia viral. Para esse caso, 70% dos participantes avaliaram o esforço mental para se chegar ao diagnóstico como alto (escores 7-9 na escala

visual), embora mais de 80% tenham referido o conhecimento prévio sobre essa doença como “razoável” a “excelente” (escores 3-5 na escala de Likert).

Foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre conhecimento prévio e esforço mental em todos os casos (pneumonia bacteriana – $p=0,004$; pneumonia com derrame – $p=0,0065$; e pneumonia viral – $p=0,0004$). Nesta análise pareada, o valor de coeficiente de correlação de Pearson mostra que o conhecimento prévio da doença foi inversamente relacionado à percepção de esforço mental despendido para a resolução do caso clínico sobre a referida doença (TAB. 2).

Tabela 2 – Análise pareada entre conhecimento prévio (C) da doença e esforço mental (EM) para a resolução do caso clínico da referida doença

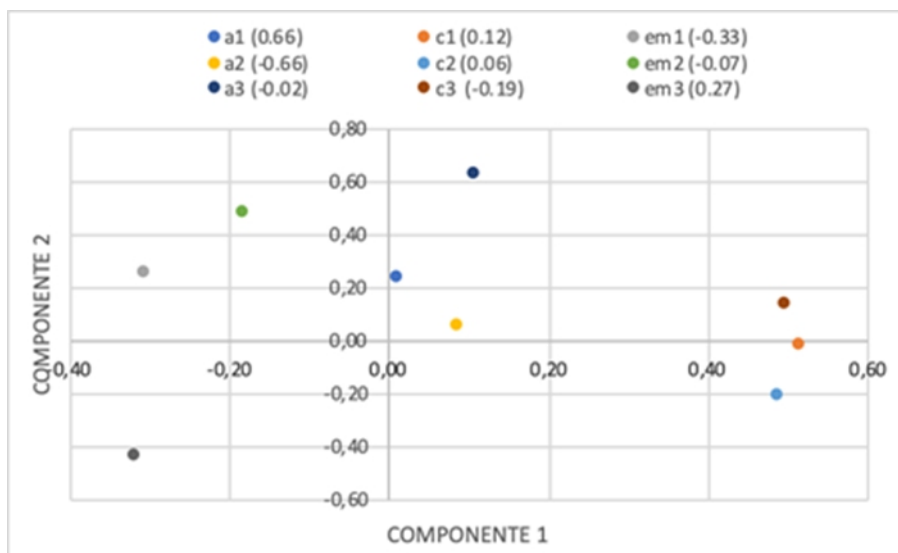
Caso	Comparação	Coefficiente de Correlação de Pearson (r)	Valor de p
Caso 1 - Pneumonia bacteriana	C1 x EM1	-0,3574	0,0047
Caso 2 - Pneumonia com derrame	C2 x EM2	-0,2578	0,0065
Caso 3 - Pneumonia viral	C3 x EM3	-0,4397	0,0004

Fonte: dados dos autores.

A relação entre acurácia e esforço mental foi estatisticamente significativa apenas para o caso 3 (pneumonia viral), no qual foi observada relação inversa entre essas variáveis ($r:-0,3503$, $p=0,0056$).

A análise multivariada foi feita com base na análise de componentes principais (ACP). Foi possível mensurar 58,24% das variações totais possíveis de serem identificadas entre as respostas avaliadas neste estudo, percentual considerado muito bom¹⁹. A ACP confirmou os achados da análise pareada. O agrupamento em proximidade das variáveis do grupo acurácia e do grupo conhecimento prévio (FIG. 2) identificou esses dois grupos com maior correlação nos casos 1, 2 e 3. As variáveis do grupo esforço mental, por sua vez, foram as que apresentaram mais dispersão espacial, mostrando menor correlação entre os casos 1, 2 e 3.

Figura 2– Mapa fatorial para análise de correspondência das variáveis acurácia diagnóstica (a), conhecimento prévio (c) e esforço mental (em), para cada caso clínico (1 – pneumonia bacteriana; 2 – pneumonia viral; 3 – pneumonia com derrame pleural)



a – acurácia; c- conhecimento prévio; em – esforço mental.

Fonte: dados dos autores.

Nos semestres anteriores ao estudo, os alunos haviam sido homogeneamente expostos a conhecimentos teóricos associados aos diferentes tipos de pneumonia avaliados neste trabalho em oito diferentes disciplinas (Anatomia, Histologia, Anatomia Patológica, Patologia Clínica, Semiologia 1 e 2, Clínica Médica 1 e Pediatria 1). A participação prévia em disciplina optativa de Pneumologia não teve impacto na acurácia diagnóstica (caso 1 $p=0,9716$; caso 2 $p=0,7728$; e caso 3 $p=0,576$).

DISCUSSÃO

O automonitoramento do aprendizado auxilia o estudante a saber quando utilizar estratégias de raciocínio analítico e não analítico e a regular sua aprendizagem, reconhecendo padrões já conhecidos de doença e o esforço mental que precisa realizar para resolver um caso clínico, fatores que podem auxiliá-lo na definição correta do diagnóstico^{13,14}. Neste estudo, no qual foi avaliada a relação entre autopercepção de conhecimento prévio, de esforço mental e acurácia durante a resolução de casos de pneumonia, houve significativa associação entre conhecimento prévio e esforço mental, isto é, quanto maior o conhecimento prévio

autorrelatado da doença, menor a percepção de esforço mental para reconhecê-la em um caso clínico estruturado, embora essa relação não tenha necessariamente determinado mais acurácia diagnóstica.

A associação entre conhecimento prévio e esforço mental pode ser justificada pela exposição repetida ao conteúdo “pneumonia”, colaborando para a criação de modelos mentais ou *scripts* de doenças que ficam armazenados na memória de longo prazo. Quando o aluno é apresentado a um caso semelhante ao que já estudou (como, por exemplo, pneumonia bacteriana), o *script* da doença é ativado, diminuindo o esforço mental para elaborar o diagnóstico correto²⁰. Entretanto, neste estudo, a exposição repetida a conteúdos relacionados à pneumonia durante a graduação dos estudantes do quarto ano do curso de Medicina não se correlacionou à autopercepção do conhecimento elevada, conforme era esperado²¹.

O conteúdo relacionado à pneumonia, suas etiologias e complicações já havia sido apresentado aos participantes da pesquisa, até o momento do experimento, em oito disciplinas diferentes, no ciclo básico (como Histologia e Fisiologia) e no ciclo de formação de habilidades, com atendimento prático (como em Semiologia, Clínica Médica e Pediatria). Esperava-se que, para as doenças cujos casos clínicos foram apresentados para resolução, quanto maior a percepção do grau de conhecimento prévio sobre a doença, maior a acurácia diagnóstica e menor o grau de esforço mental para se chegar ao diagnóstico correto^{22,23}.

A baixa autopercepção de conhecimento prévio do conteúdo relacionado à pneumonia pode estar associada à baixa acurácia diagnóstica, na medida em que, ao não reconhecer a exposição repetida a esse conteúdo, muitas vezes exposto de forma fragmentada e não estruturada, ao longo da graduação, o aluno não consegue agrupar conhecimentos fisiopatológicos e clínicos que o auxiliarão no encapsulamento de conhecimentos, culminando na formação de *scripts* mentais¹. Esse achado é de extrema relevância, visto que o conhecimento médico e a habilidade de elaborar hipóteses diagnósticas a partir de dados clínicos foram considerados por vários autores como duas das mais importantes características para um aluno possuir ou adquirir na preparação para a prática geral^{22,23}.

Para o caso “pneumonia bacteriana”, no qual foi observada a maior taxa de acurácia entre as doenças apresentadas, houve correlação positiva entre mais acurácia e menos esforço mental (embora não estatisticamente significativa). Para os casos de pneumonia viral e pneumonia com derrame, a maioria dos alunos teve dificuldade em diagnosticar corretamente a etiologia do processo infeccioso ou a complicação, também relatando alto grau de esforço mental para a resolução desses casos.

Estudo alemão conduzido com estudantes de Medicina no quarto e quinto ano de faculdade, expostos a representações clínicas de quatro casos clínicos, mostrou que os déficits dos estudantes no diagnóstico são mais prováveis devido a lacunas de conhecimento, especialmente o fisiopatológico²⁴.

Autores encontraram resultados semelhantes, observando que o conhecimento e a experiência clínica limitados, em alunos de graduação, os levavam a utilizar o raciocínio analítico na resolução de casos estruturados, mas que tal estratégia não melhorou as decisões sobre problemas complexos nem os ajudou a superar a influência de características semiológicas de distração presentes nos casos^{25,26}.

Pesquisa com 52 alunos holandeses do segundo e sexto ano de Medicina analisou os efeitos dos conhecimentos dos alunos, da complexidade de casos clínicos e sua interação com acurácia diagnóstica e esforço mental e revelou que, entre as variáveis analisadas, apenas o conhecimento prévio da doença à qual o caso se relacionava foi um fator significativo ($p < 0,001$) e correlacionou-se positivamente com a acurácia diagnóstica, tanto em casos simples ($p < 0,001$) quanto complexos ($p = 0,002$). Para o resultado da acurácia diagnóstica, nem a complexidade do caso ($p = 0,42$) nem a interação entre complexidade do caso e conhecimento ($p = 0,64$) tiveram efeito.²⁷

No presente, verificou-se que mais esforço mental esteve associado a menos acurácia diagnóstica ($p = 0,001$). Acredita-se que variáveis que aumentem a proporção de crenças falso-positivas sobre a possibilidade de estar correto em seu diagnóstico, tais como características de distração salientes no caso clínico ou viés de disponibilidade, possam desencadear excesso de confiança, induzindo à distração da reflexão e dificultando a ativação do processamento analítico. Isso pode

levar o aluno a aceitar o primeiro diagnóstico que lhe venha à mente como correto e não contrapor diagnósticos diferenciais possíveis que o levem a refletir sobre a possibilidade do primeiro diagnóstico estar equivocado²⁷.

Para o derrame pleural, a baixa acurácia diagnóstica encontrada neste estudo pode dever-se à autopercepção de conhecimento prévio dos estudantes sobre a doença como nula ou muito limitada, devido a lacunas no conhecimento prévio por pouca exposição ao conteúdo estruturado sobre o tema, contribuindo para baixa taxa de encapsulamento e formação de *scripts* mentais da doença pelos alunos²⁸. Outra hipótese a ser aventada é a necessidade de funcionamento do sistema analítico, por tratar-se de caso mais complexo, para o qual é necessário mais tempo para selecionar hipóteses e avaliá-las, o que não é compatível com o desenho do estudo, no qual estava previsto o tempo de um minuto e meio para ler o caso e escrever o diagnóstico.

Para o episódio de pneumonia viral, houve relação inversa entre acurácia e esforço mental. Em outras palavras: quanto menos esforço o aluno fez para diagnosticar esse caso, mais chances teve de acertar. Tal fato pode dever-se à baixa complexidade do diagnóstico, com requisição do sistema de raciocínio intuitivo e de alto desempenho na maior parte dos casos rotineiros¹. Outra possibilidade a ser aventada é o viés de disponibilidade (tendência a enxergar mais frequentemente um diagnóstico quando se trabalha mais com quadros clínicos semelhantes), visto que esse era o último da sequência de casos, sendo sempre precedido pelos eventos de pneumonia bacteriana e com derrame.²⁹

A literatura científica atual é divergente em prever taxas de acerto esperadas para o diagnóstico correto por estudantes de Medicina em diferentes períodos de graduação^{30,31}. Devido à dinamicidade da aquisição de experiência durante a graduação, espera-se que os alunos desenvolvam seu padrão individual de acurácia, sendo essa progressão avaliada de forma oficial (por testes de progresso ou alcance de pontuação mínima para concluir a disciplina) ao término de cada semestre. Pouco se sabe sobre como essa progressão do padrão individual é automensurada, se existe consistência entre estudantes ou se eles gerenciam as incertezas em torno dos limites de ação adequadamente.

A baixa taxa de acerto encontrada neste estudo, mesmo para casos simples, pode dever-se à amostragem com alunos em fase inicial de atendimento prático, com baixa integração entre aspectos teóricos e apresentação clínica da doença, além de pouco estímulo à metacognição, como autopercepção sobre conhecimento prévio e autoeficácia. Nessa etapa, as estruturas cognitivas descritas como “redes causais”, com explicações biológicas e fisiopatológicas sobre causas e consequências das doenças, estão em consolidação, com conseqüente desenvolvimento da habilidade de avaliar as manifestações clínicas de um caso específico de maneira mais integrada e relacionada a grupos de doenças¹. A condução do estudo nessa etapa de formação, enquanto os alunos ainda não amadureceram a formação dos modelos mentais de doença, associada à fragmentação do conteúdo em várias disciplinas não correlatas, pode ter impactado nos baixos níveis de acurácia diagnóstica encontrados.

Um possível viés do estudo é o fato de que alguns estudantes cursaram Pneumologia como matéria optativa durante a graduação. E na análise estatística essa variável não mostrou relação com altos níveis de acurácia, menos percepção de esforço mental ou mais percepção de conhecimento prévio. Uma explicação possível para é o número amostral pequeno; outra, o fato de os casos clínicos abordarem pacientes pediátricos com doença aguda e a disciplina optativa de Pneumologia ser voltada para atendimento e discussão de doenças respiratórias crônicas em adultos.

Esta pesquisa tem algumas limitações. A autoeficácia, reconhecidamente associada à acurácia diagnóstica, não foi avaliada. O termo autoeficácia refere-se à crença e à confiança que um indivíduo tem na sua capacidade de realizar com sucesso as tarefas que lhe são atribuídas³². Espera-se que indivíduos com alto nível de autoeficácia, quando confrontados com um desafio, assumam postura ativa para equacioná-lo, acreditando no sucesso do seu desempenho. Por outro lado, sujeitos com baixo nível de autoeficácia tendem a se frustrar e desistir da solução do problema³³. Segundo estudo realizado na Universidade de Medicina da Turquia, níveis mais altos de autoeficácia (o mais forte preditor individual de desempenho

acadêmico) estão correlacionados com o uso de níveis mais elevados de estratégia de aprendizagem¹⁸.

A validade externa do estudo tem limitações relacionadas à amostra – estudantes de quarto ano de uma Faculdade de Medicina privada com currículo tradicional. Há necessidade de avaliação dessas variáveis em estudantes de períodos posteriores ou de faculdades que utilizem modelos alternativos de currículo (como o *problem based learning* – PBL), para avaliar se existe impacto desses fatores na acurácia diagnóstica e na percepção de esforço mental para a resolução de casos clínicos. Há várias evidências experimentais que mostram que o desenvolvimento do raciocínio clínico e a acurácia diagnóstica estão intimamente relacionados ao estágio de aprendizagem teórico-prática em que se encontra o aluno da graduação^{34,35}.

Não há modelo de raciocínio clínico ou fator associado ao aprendizado que, de forma isolada, possam explicar como e por que estudantes de sucesso chegam ao diagnóstico correto enquanto estudantes malsucedidos não. Não é simplesmente o conhecimento que resolve casos clínicos, mas sim a aplicação consciente desse conhecimento em etapas ordenadas e direcionadas a um objetivo - a solução do caso^{36,37}. Se os alunos tiverem clara representação de uma doença em relação à sua clínica predefinida, noção do conhecimento do que eles sabem e como integrar sintomas e achados clínicos, então eles têm muitas chances de diagnosticar corretamente o paciente³⁸.

CONCLUSÃO

Neste estudo, no qual foi avaliada a relação entre percepção de conhecimento, esforço mental e acurácia durante resolução de casos de pneumonia, houve significativa associação entre conhecimento prévio e esforço mental, embora essa relação não tenha necessariamente determinado mais acurácia diagnóstica. Ao relacionar essas variáveis, foi possível avaliar importantes características do aprendizado de estudantes de Medicina, que auxiliarão no desenvolvimento de estratégias de ensino que favoreçam mais acurácia com menos esforço mental. Nossos achados expõem que é preciso estimular pesquisas que estudem fatores associados ao aprendizado, a fim de aprimorar os processos envolvidos na

mobilização de recursos cognitivos para realização de diagnósticos corretos, que qualificarão o ensino médico.

REFERÊNCIAS

1. Peixoto JM, Elói-Santos SM, De Faria RMD. Processos de desenvolvimento do raciocínio clínico em estudantes de Medicina. *Rev Bras Ed Med.* 2018; 42(1):73-81.
2. Rodrigues GV, Machado LC. Raciocínio clínico, uma sistematização seria pertinente. *Rev Med Minas Gerais.* 2015; 26:1-5.
3. Thomas EJ, Studdert DM, Newhouse JO, Zbar BI, Howard KM, Williams EJ, *et al.* Costs of medical injuries in Utah and Colorado. *Inquiry.* 1999; 36:255-64.
4. Schwanda-Burger S, Mochh H, Muntwyler J, Salomon F. Diagnostic errors in the new millennium: a follow-up autopsy study. *Mod Pathol.* 2012; 25:777-83.
5. Mamede S, van Gog T, van den Berge K, Rikers RMJP, van Saase JLCM, van Guldener C, *et al.* Effect of availability bias and reflective reasoning on diagnostic accuracy among internal medicine residents. *JAMA.* 2010, 304:1198-1203.
6. Melo M, Gusso GDF, Levites M, Amaro Jr. E, Massad E, Lotufo PA, *et al.* How doctors diagnose diseases and prescribe treatments: an fMRI study of diagnostic salience. *Sci Rep.* 2017; 7:1-11.
7. Philip AH. Regulating accuracy on university tests with the plurality option. *Learn Instr.* 2013; 24: 26-36.
8. Norman GR. Research in clinical reasoning: past history and current trends. *Med Educ.* 2005; 39: 418–27.
9. Coderre S, Mandin H, Harasym PH, Fick GH. Diagnostic reasoning strategies and diagnostic success. *Med Educ.* 2003; 37(8):695-703.
10. Charlin B, Boshuizen HPA, Custers EJ, Feltovich PJ. Scripts and clinical reasoning. *Med Educ.* 2007; 41:1178-84.
11. Schmidt HG, Norman GR, Boshuizen HPA. A cognitive perspective on medical expertise: theory and implication. *Acad Med.* 1990; 65:611-21.
12. Schmidt HG, Rikers RMJP. How expertise develops in medicine: knowledge encapsulation and illness script formation. *Med Educ.* 2007; 41:1133-39.
13. Dunlosky J, Thiede, KW. Four cornerstones of calibration research: Why understanding students' judgments can improve their achievement. *Learn Instr.* 2013; 24. 58-61.

14. de Bruin ABH, Van Gog T. Improving self-monitoring and self-regulation: From cognitive psychology to the classroom. *Learn Instr.* 2012; 22(4):245–52.
15. Mamede S, Van Gog T, Van den Berge K, Rikers RMJP, Van Saase JLCM, Van Guldener C, *et al.* Effect of availability bias and reflective reasoning on diagnostic accuracy among internal medicine residents. *JAMA.* 2010; 304:1198-1203.
16. Ibiapina C, Mamede S, Moura A, Elói-Santos S, van Gog T. Effects of free, cued and modelled reflection on medical students' diagnostic competence. *Med Educ.* 2014; 48:796-805.
17. Fernandes, RAF. Análise do impacto do raciocínio reflexivo estruturado, adicionado ou não de diretrizes complementares, na acurácia diagnóstica de estudantes de Medicina e de médicos-residentes em Pediatria. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde da Criança e do Adolescente) - Belo Horizonte, UFMG, 2019. 158 p.
18. Atalay KD, Can GF, Erdem SR, Müderrisoglu IH. Assessment of mental workload and academic motivation in medical students. *J Pak Med Assoc.* 2016; 66: 574-8.
19. Jolliffe IT. Principal component analysis, series: Springer series in statistics, 2. ed., New York: Springer; 2002.
20. Fernandes RAF, Ibiapina CDC, Timóteo APP, Malloy-Diniz LF. Dinâmica de desenvolvimento do raciocínio clínico e da competência diagnóstica na formação médica - sistemas 1 e 2 de raciocínio clínico. *Rev Med Minas Gerais.* 2016; 26. (6):15-18.
21. Young JQ, van Dijk SM, O'Sullivan PS, Custers EJ, Irby DM, Cate O. Influence of learner knowledge and case complexity on handover accuracy and cognitive load: results from a simulation study. *Med Educ.* 2016; 50: 969-79.
22. Cowles JK, Kubany AJ. Improving the measurement of clinical performance in medical students. *J Clin Psychol.* 1959;15:139-42.
23. Pulito AR, Donnely MB, Plymale M. Factors in faculty evaluation of medical students' performance. *Med Educ.* 2007; 41:667-75.
24. Braun LT, Lenzer B, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. How case representations of medical students change during case processing – Results of a qualitative study. *GMS J Med Educ.* 2018; 35(3): 1-15.
25. Mamede S, Schmidt HG, Rikers RMJP, Custers EJFM, Splinter TAW, van Saase JLCM. Conscious thought beats deliberation without attention in diagnostic decision making: at least when you are an expert. *Psychol Rev.* 2010; 74:586–92.
26. Mamede S, Splinter TAW, Van Gog T, Rikers RMJP, Schmidt HG. Exploring the role of salient distracting clinical features in the emergence of diagnostic errors and the mechanisms through which reflection counteracts mistakes. *Br Med J.* 2012; 21:295-300.

27. Krupat E, Wormwood J, Schwartzstein RM, Richards JB. Avoiding premature closure and reaching diagnostic accuracy: some key predictive factors. *Med Educ.* 2017; 51:1127-37.
28. Woods NN, Howey EHA, Brooks LR, Norman GR. Speed skills? Speed, accuracy, encapsulations and causal understanding. *Med Educ.* 2006; 40:973-79.
29. Croskerry P. The importance of cognitive errors in diagnosis and strategies to minimize them. *Acad Med.* 2003; 78:775-80.
30. Langendyk V. Not knowing what they do not know: self assesment accuracy of third year medical students. *Med Educ.* 2006; 40:173-79.
31. Mahajan R, Badyal D, Gupta P, Singh, T. Cultivating Lifelong Learning Skills During Graduate Medical Training. *Indian Pediatr.* 2016; 53:797-804.
32. Bandura A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychol Rev.* 1977; 84(2):191-215.
33. Barros M, Santos ACB. Por dentro da autoeficácia: um estudo sobre seus fundamentos teóricos, suas fontes e conceitos correlatos. *Rev Esp Acad.* 2010; 112:1-9.
34. Rikers RMJP, Schmidt HG, Boshuizen HPA. Knowledge encapsulation and the intermediate effect. *Contemp Educ Psychol.* 2000; 25(2):150-66.
35. Charlin B, Boshuizen HPA, Custers EJ, Feltovich PJ. Scripts and clinical reasoning. *Med Educ.* 2007; 41:1178-84.
36. Demirören M, Turan S, Öztuna D. Medical students self-efficacy in problem-based learning and its relationship with self-regulated learning. *Med Educ.* 2016; 21:1-9.
37. Anthony R, Artino JR. Academic self-efficacy: from educational theory to instructional practice. *Perspect Med Educ.* 2012; 1:76–85.
38. Schmidmaier R, Eiber S, Schiller M, Hege I, Holzer M, Martin R. Learning the facts in medical school is not enough: which factors predict successful application of procedural knowledge in a laboratory setting? *BMC Medic Educ.* 2013; 13-28.

6.2 Artigo original 2: Ensino do raciocínio clínico utilizando diferentes estratégias de reflexão: efeitos a longo prazo na acurácia diagnóstica de estudantes de medicina

RESUMO

CONTEXTO: Estratégias educacionais que ajudam a reter, recuperar e aplicar a informação a longo prazo melhoram grandemente a eficiência e eficácia da educação médica; também poupam tempo e recursos valiosos ao reduzir a necessidade de reaprender no futuro. Estratégias de reflexão estruturadas favorecem a capacidade de codificar com sucesso dados na memória a longo prazo e recuperá-los quando confrontados com uma situação de desencadeamento. Este estudo investigou os efeitos a longo prazo de diferentes estratégias de ensino sobre acurácia diagnóstica entre estudantes principiantes na resolução de casos clínicos.

MÉTODO: Sessenta estudantes de medicina do quarto ano participaram neste estudo experimental de quatro fases. Os participantes foram designados aleatoriamente para um dos três grupos experimentais utilizando técnicas de reflexão estruturada (reflexão livre, reflexão guiada por pistas ou reflexão utilizando exemplos trabalhados) para diagnosticar 12 casos clínicos escritos. Em avaliações imediatas, intermediárias e finais (seis meses após a intervenção inicial), os participantes diagnosticaram um conjunto de 12 casos, seis envolvendo as mesmas doenças observadas anteriormente. O principal desfecho avaliado foi a acurácia diagnóstica, que foi comparada entre grupos experimentais em cada fase de avaliação pós-intervenção, utilizando medidas repetidas ANOVA.

RESULTADOS: A condição experimental e a fase de estudo foram significativamente associadas à acurácia diagnóstica ($p < 0,001$). A reflexão deliberada resultou em melhores resultados de acurácia nos testes finais para todos os casos avaliados, em comparação com os resultados iniciais dos testes para todos os grupos experimentais ($p < 0,001$). As diferenças de desempenho entre os grupos que utilizaram a reflexão deliberada e os exemplos trabalhados foram insignificantes, mas ambos os grupos obtiveram melhores pontuações de acurácia diagnóstica em comparação com o grupo de reflexão livre em todas as fases do estudo ($p < 0,001$).

CONCLUSÃO: As três estratégias de reflexão utilizadas no nosso estudo resultaram num efeito positivo a longo prazo na acurácia diagnóstica. Os estudantes de medicina que utilizaram a reflexão guiada por pistas e por exemplos trabalhados

parecem ter melhores pontuações de precisão diagnóstica em comparação com os formados utilizando a reflexão livre.

INTRODUÇÃO

O erro médico é uma das principais causas de morte nos Estados Unidos e aproximadamente 10-15% destes casos resultam de erro de diagnóstico.¹ Estes números ilustram a importância da competência diagnóstica, definida como a capacidade de mobilizar recursos cognitivos para definir a hipótese diagnóstica mais provável a partir da história clínica e propor um tratamento adequado.² Para desenvolver a competência diagnóstica, os estudantes de medicina devem aprender a organizar mentalmente os dados obtidos a partir da história clínica e do exame físico para definir uma hipótese diagnóstica, considerando o contexto do paciente. O raciocínio clínico é a expressão deste processo de pensamento clínico e tomada de decisões,³ e a investigação científica na educação médica tem-se concentrado no ensino desta competência durante décadas, envolvendo diferentes estratégias para desenvolver esta complexa habilidade clínica. Embora os fundamentos teóricos tenham sido estudados de diferentes perspectivas, todo o processo, com todas as suas nuances, ainda não foi inteiramente compreendido.⁴

Uma importante estratégia de ensino que já foi demonstrada ser eficaz no desenvolvimento do raciocínio clínico e da acurácia diagnóstica é a reflexão estruturada.^{5,6} Inicialmente desenvolvida e estudada no contexto da competência diagnóstica dos médicos, esta estratégia foi posteriormente investigada como uma ferramenta de aprendizagem e demonstrou ter um efeito considerável na acurácia diagnóstica dos estudantes de medicina.^{7,8}

Orientações adicionais para esta estratégia de reflexão podem ser ainda mais eficazes para a aprendizagem médica.⁸ Proporcionar novos conhecimentos numa estrutura coerente e integrá-los com conhecimentos anteriores favorece o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, o que leva a uma melhor utilização do que foi ensinado em novas situações.^{9,10} Neste contexto, Ibiapina et al., em estudo envolvendo estudantes do quinto e sexto anos (n=115) randomizados em três grupos experimentais diferentes, investigaram os efeitos da reflexão livre (os

estudantes resolveram casos clínicos utilizando a reflexão deliberada sem qualquer orientação adicional), guiada por pistas (os estudantes resolveram casos mas receberam o diagnóstico e diagnósticos diferenciais, sobre o qual tiveram de refletir) e por exemplos trabalhados (estudaram a resolução dos casos) sobre a sua aprendizagem.¹¹ Após uma semana da intervenção inicial, os grupos de reflexão guiada e por exemplo trabalhado obtiveram melhores resultados do que o grupo de reflexão livre ($p < 0,001$). Fernandes et al. encontraram resultados semelhantes com estudantes de medicina do terceiro ($n=80$) e do sexto ano ($n=62$).¹²

Quando os estudantes são encorajados a relacionar a apresentação clínica com cada diagnóstico que consideram, a estratégia de raciocínio estruturado enriquece a formação de scripts mentais, facilitando aos estudantes o reconhecimento de doenças quando as reencontram.¹³ A fim de reforçar a evidência a favor da utilização da reflexão estruturada como uma estratégia poderosa para o ensino do raciocínio clínico, estes resultados devem ser replicados em diferentes contextos e o seu impacto a longo prazo deve ser medido.^{5,6}

A retenção da aprendizagem é uma preocupação legítima dos educadores.^{14,15} Esquecer não é inesperado uma vez que se trata de um fenómeno psicológico natural, demonstrado pela primeira vez por Ebbinghaus em 1885 na sua famosa obra com gráficos que retratam a retenção da memória ao longo do tempo. Neste estudo, os pesquisadores demonstraram que sequências de letras repetidamente apresentadas a voluntários eram esquecidas por mais de 40% deles em menos de cinco minutos.¹⁶

A memória para conhecimentos e habilidades médicas também sofre influência desses mesmos processos de esquecimento. Por exemplo, um estudo de retenção de habilidades de ressuscitação cardiopulmonar (RCP) demonstrou decadência rápida, linear e substancial na habilidade após o treinamento - apenas 2,4% dos formados três anos antes puderam realizar a RCP com sucesso.¹⁷

Um pós-teste mede frequentemente o impacto das estratégias instrucionais de ensino do raciocínio clínico na retenção do conhecimento após um curto intervalo de sete a 14 dias, por exemplo.^{7,11-12} O enfoque exclusivo nos resultados a curto

prazo leva a uma suposição que é frequentemente falsa: presume-se que o desempenho a curto prazo é um bom preditor de desempenho a longo prazo. Infelizmente, o domínio demonstrado durante ou imediatamente após a aprendizagem pode ser facilmente perdido nas semanas e meses seguintes.^{15,18}

Vários estudos recentes demonstraram que uma parte substancial dos conhecimentos e competências essenciais adquiridos durante a faculdade de medicina é esquecida ao longo da graduação e da residência.¹⁹⁻²¹ Dada a escassez de estudos reais sobre a retenção a longo prazo na educação médica, os resultados disponíveis são ainda inconclusivos.^{15,20} Estratégias educacionais que ajudam a reter, recuperar e aplicar informação a longo prazo melhoram significativamente a eficiência e eficácia da educação médica; também poupam tempo e recursos valiosos ao reduzir a necessidade de reaprender no futuro.¹⁹

Um determinante primário do nível de conhecimento clínico retido é a eficácia da aprendizagem inicial,¹⁵ que é fortemente influenciada pela estratégia educacional utilizada. As estratégias estruturadas favorecem a capacidade de codificar com sucesso os dados na memória a longo prazo e subsequentemente recuperar e integrar estes conhecimentos quando confrontados com uma situação gatilho. Esta capacidade é necessária em situações que envolvam a manutenção ativa de grandes volumes de informação (por exemplo, durante a anamnese) ou frente a distratores, como dados irrelevantes comunicados pelo paciente ou um ambiente ruidoso.²²⁻²⁴

Este estudo verificou o impacto em longo prazo (seis meses após a intervenção inicial) de diferentes formatos da estratégia de raciocínio clínico reflexivo (livre, guiada por pistas e por exemplos trabalhados) sobre a acurácia diagnóstica dos estudantes de medicina. Nossa hipótese é que o uso de estratégias estruturadas promove melhoria nos escores de acurácia diagnóstica após um intervalo de seis meses de seu uso inicial, por auxiliarem na organização e retenção do conhecimento na memória de longo prazo. Este estudo Esta pesquisa enfatiza o valor das estratégias instrucionais estruturadas para o desenvolvimento da habilidade de raciocínio clínico.

MÉTODOS

Participantes do estudo

Convidamos estudantes de medicina do quarto ano matriculados na Faculdade de Medicina do Centro Universitário de Belo Horizonte, em 2019, para participar no estudo.

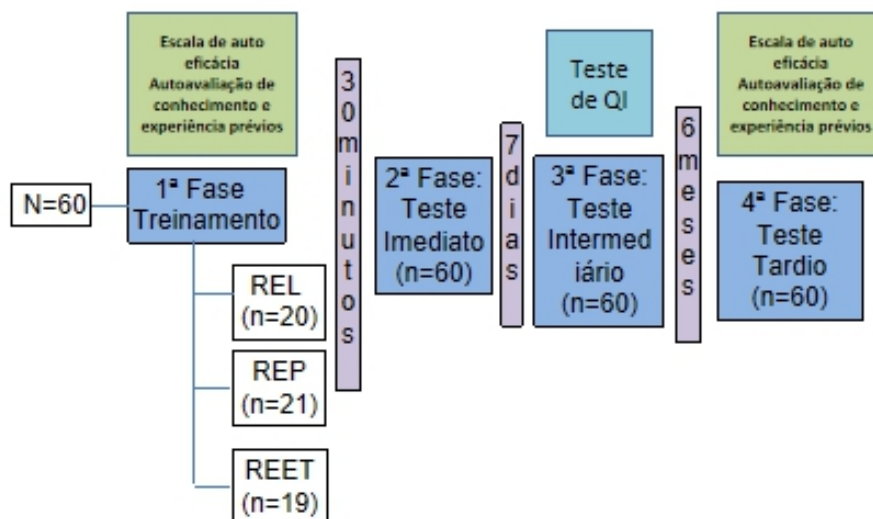
Os estudantes foram recrutados através de e-mail, aplicativos de mensagens e contacto direto, em salas de aula, pelos membros da equipe de investigação. Os alunos foram informados sobre a natureza da investigação, mas não tiveram incentivo para revisar o conteúdo das disciplinas que eram avaliadas durante a coleta de dados. Os critérios de exclusão utilizados foram: alunos irregularmente matriculados, uso de medicação/substância com potencial de ação em sistema nervoso central nas 24 horas que antecederam a fase de treinamento ou relato de experiência prévia no conhecimento/utilização da estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de ética em pesquisa da instituição na qual foi realizada a coleta de dados (UNIBH), Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número 81421917.7.0000.5149. A participação foi voluntária, e todos os participantes assinaram um formulário de consentimento informado.

Desenho do estudo

Estudo randomizado controlado envolvendo 60 acadêmicos de Medicina do quarto ano, realizado em quatro fases sequenciais (treinamento, teste imediato, teste intermediário e teste final), desenvolvidas em três sessões (FIG. 1).

Figura 1 – Diagrama de fluxo do estudo



REL - Reflexão estruturada livre; REP - Reflexão estruturada com pistas; REET - Reflexão estruturada com exemplo trabalhado.

Para avaliar a homogeneidade da amostra, todos os participantes tiveram o grau de inteligência global (QI) e o nível de autoeficácia (crença e confiança que um indivíduo tem na sua capacidade de realizar com sucesso as tarefas que lhe são atribuídas)²⁵ individualmente medidos, pois esses fatores são capazes de interferir no desempenho de funções executivas complexas. Os instrumentos utilizados foram, respectivamente, o teste *General Self-Efficacy Scale*²⁵ e a versão brasileira do teste individual das Matrizes Progressivas de Viena (WMT-2).²⁶ Receberam também uma lista de doenças contendo aquelas incluídas na avaliação; foi-lhes pedido que classificassem o seu grau de conhecimento e experiência clínica com cada doença listada, utilizando uma escala de Likert de 5 pontos (1- nulo; 2- muito limitado; 3- razoável; 4- bom; 5- excelente).

Durante a primeira fase da experiência (a fase de treinamento), os participantes foram distribuídos aleatoriamente nos três grupos experimentais:

raciocínio clínico estruturado livre (REL), raciocínio clínico estruturado com pistas (REP) e raciocínio clínico estruturado com exemplos trabalhados (REET).

Pedimos aos participantes de cada grupo que resolvessem ou estudassem as soluções para uma série de 12 casos clínicos utilizando a estratégia de raciocínio clínico estruturado que lhes foi atribuída. Os casos, que consistiam numa breve descrição da história médica, exame físico e resultados de exames complementares, foram apresentados aleatoriamente em blocos específicos para cada fase de estudo. Os 12 casos incluíam seis relacionados com as doenças cuja acurácia desejávamos determinar (síndromes respiratórias, ictéricas e hematológicas), considerados casos critérios. Os outros seis casos eram distratores, e sua função era apenas compor o bloco e evitar que os participantes percebessem em quais das doenças seu desempenho diagnóstico estava sendo medido (Quadro 1).

Quadro 1 - Doenças envolvidas nos casos apresentados em cada fase do estudo

Fase de treinamento	Teste imediato	Teste tardio	Teste final
Casos critério			
Síndromes ictéricas neonatais -Icterícia própria do recém nascido -Icterícia por incompatibilidade de grupo sanguíneo ABO -Icterícia do leite materno	Síndromes ictéricas neonatais -Icterícia própria do recém nascido -Icterícia por incompatibilidade de grupo sanguíneo ABO	Síndromes ictéricas neonatais -Icterícia própria do recém nascido -Icterícia por incompatibilidade de grupo sanguíneo ABO	Síndromes ictéricas neonatais -Icterícia própria do recém nascido -Icterícia por incompatibilidade de grupo sanguíneo ABO
Pneumonias agudas -Pneumonia aguda com derrame pleural -Pneumonia aguda bacteriana -Pneumonia aguda viral	Pneumonias agudas -Pneumonia aguda com derrame pleural -Pneumonia aguda bacteriana	Pneumonias agudas -Pneumonia aguda com derrame pleural -Pneumonia aguda bacteriana	Pneumonias agudas -Pneumonia aguda com derrame pleural -Pneumonia aguda bacteriana
Doenças hematológicas -Leucemia aguda -Plaquetopenia imune aguda -Aplasia de medula óssea	Doenças hematológicas -Leucemia aguda -Plaquetopenia imune aguda	Doenças hematológicas -Leucemia aguda -Plaquetopenia imune aguda	Doenças hematológicas -Leucemia aguda - Plaquetopenia imune aguda
Casos distratores			
Infecção do trato urinário Eritema infeccioso Artrite séptica	Síndrome nefrótica Sífilis secundária Esquistossomose Coarctação da aorta Giardíase Torção de testículo	Glomerulonefrite aguda Exantema súbito Sopro inocente Febre reumática Zika Orquite	Leishmaniose Dengue Cólica nefrética Cetoacidose diabética Meningite viral Infecção do trato urinário

Cada caso foi apresentado duas vezes, em páginas consecutivas, durante a primeira parte da fase de treinamento. Na primeira página, os estudantes tiveram um minuto e meio para ler o caso, fazer o diagnóstico com a maior precisão possível e marcar o grau de esforço mental necessário para chegar ao diagnóstico. Na página seguinte, foram-lhes concedidos cinco minutos e meio para rever e resolver o caso de acordo com a estratégia proposta para o seu grupo. Os participantes no grupo REL (reflexão estruturada livre) foram instruídos a resolver os casos clínicos utilizando o formato original da estratégia de reflexão estruturada proposta por Mamede et al.¹³ Em suma, foi pedido aos estudantes que fornecessem uma hipótese de diagnóstico principal e dois diagnósticos diferenciais e contrastassem elementos diferentes destes diagnósticos com base no caso clínico apresentado (sinais clínicos, alterações laboratoriais, elementos que faltam no caso, mas que seriam relevantes).

Nos outros dois grupos, os participantes resolveram os casos clínicos utilizando o instrumento de reflexão estruturada proposto mais elementos que teoricamente reduzem o esforço cognitivo exigido pela tarefa e facilitariam a aprendizagem.⁹ No grupo REP (reflexão estruturada com pistas), os investigadores forneceram aos participantes o primeiro passo da reflexão estruturada livre (os diagnósticos primários para cada caso a ser diagnosticado). No grupo REET (reflexão estruturada com exemplos trabalhados), os investigadores apresentaram todas as etapas resolvidas da reflexão estruturada, e os participantes estudaram a resolução.

Durante a segunda, terceira e quarta fases, demos ao grupo de participantes 12 novos casos clínicos que incluíam as doenças critério e pedimos que os solucionassem em até 60 minutos. Nestas etapas, os alunos não tiveram de registar o processo de raciocínio clínico que utilizaram. Para além da hipótese principal, pedimos que fornecessem dois diagnósticos diferenciais potenciais para cada caso e pontuassem, em escala visual, o grau de esforço mental necessário para completar esta tarefa, variando de 1 a 9, com 1 representando um esforço "muito baixo" e 9 "muito alto".²⁷ A pontuação média do esforço mental foi calculada para a amostra, somando as pontuações relatadas. Cada caso escrito envolvia história do paciente, exame físico e exames complementares apresentados na mesma página (Figura 2),

com base em casos reais vistos pelos investigadores na prática clínica. Estes casos já tinham sido utilizados com sucesso em estudo anterior.¹²

Figura 2 - Modelo de caso clínico utilizado no estudo

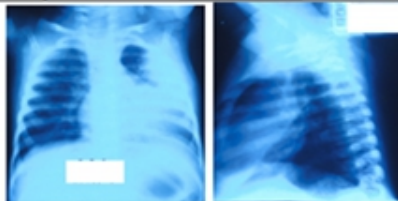
Leia o caso abaixo e indique a sua primeira impressão diagnóstica. Tente ler o caso rapidamente e, assim que terminar a leitura, escreva o diagnóstico.

Registre a hora neste momento: ____:____:____

Escolar de 7 anos de idade, gênero masculino, é avaliado na unidade de urgência com quadro de febre, taquipneia e tosse. Segundo a mãe, há aproximadamente uma semana a criança esteve gripada e havia apresentado melhora, quando há 24 horas, iniciou quadro com febre alta (39,5°C), calafrios, tosse seca e taquipneia. Nega sibilância, dificuldade ou dor para respirar. A criança está em uso de dipirona, a cada 4 horas. Vacinação em dia.

Exame Físico:
 Peso: escore 0. Altura: escore 0. Tax: 39,4°C. FC: 120 bpm. FR: 36 irpm.
 Paciente prostrado. Mucosas hidratadas e coradas. Aclanótico. Boa perfusão capilar. Presença de linfonodos submandibulares e cervicais anteriores palpáveis, bilateralmente, de 0,5 a 0,7 cm de diâmetro, fibroelásticos, móveis, indolores. **Otorrinolaringo**: hiperemia da **Otosocopia** sem alterações. **Sistema cardiovascular**: pulsos cheios, simétricos e rítmicos. Bulhas rítmicas e normofonéticas. Ausência de sopros. **Sistema respiratório**: Taquipneico sem sinais de esforço. Expansibilidade simétrica. Submaciez, frêmito torácico vocal (FTV) aumentado e som vesicular (SV) muito diminuído na base anterior do hemitórax (HTX) esquerdo. **Abdome**: discretamente distendido, indolor à palpação. Fígado e baço não palpáveis. **Sistema nervoso**: Consciente. Sem rigidez de nuca.

Resultados dos exames laboratoriais	Valores de Referência	Resultados dos exames laboratoriais	Valores de Referência
Hb: 12 g/dL	11,5 – 14,5g/dL	Linfócitos: 18%	35-45%
Ht: 36%	33-45%	Eosinófilos: 0%	0-5%
VCM: 80f	77-95f	Monócitos: 5%	2-10%
HCM: 28 pg	27 - 32 pg	Basófilos: 0%	0-2%
Leucócitos: 18,8x10 ⁹ /mm ³	5-13 x10 ⁹ /mm ³	Plaquetas: 250x10 ⁹ /mm ³	150-450 x10 ⁹ /mm ³
Metamielócitos: 2%	0%	Reticulócitos: 1,3%	0,5-1,5%
Bastonetes: 3%	0-1%	PCR: 12,2 mg/dL	Até 0,8 mg/dL
Segmentados: 72%	45-60%	VHS: 43 mm/h	3-13 mm/h



RX de tórax:

- PA
- Perfil

Qual o diagnóstico mais provável para este caso?

Registre a hora neste momento: ____:____:____

Como você avalia o esforço que você precisou fazer para diagnosticar este caso?

1 2 3 4 5 6 7 8 9
 Muito, muito baixo Muito, muito alto.

Fonte: Fernandes *et al* (2021)¹²

Análise de dados

Os resultados primários foram os escores de acurácia diagnóstica para os casos de síndromes respiratórias, ictéricas e hematológicas após seis meses da intervenção inicial (teste final). Os resultados secundários foram pontuações de acurácia diagnóstica nos testes imediato e intermediário.

A precisão diagnóstica foi determinada pelo diagnóstico registrado pelo aluno como sendo o mais provável. Todos os diagnósticos fornecidos pelos participantes foram transcritos para uma lista e pontuados utilizando a seguinte escala: 0: diagnóstico incorreto (por exemplo, colestase no caso de icterícia neonatal por incompatibilidade ABO); 0,25: diagnóstico sintromico correto (icterícia neonatal); 0,5:

diagnóstico sindrômico correto relativo à etiopatogenia (icterícia neonatal devido a hemólise); 0,75: diagnóstico sindrômico correto relativo à fisiopatologia (icterícia neonatal devido a incompatibilidade do grupo sanguíneo); 1,0: diagnóstico específico correto (icterícia neonatal por incompatibilidade ABO). Este sistema de pontuação foi utilizado em estudo anterior que seguiu a mesma linha de investigação sobre a eficácia de estratégias reflexivas estruturadas.¹²

Cada caso foi avaliado independentemente pelo investigador principal e por um professor de pediatria com mais de 15 anos de experiência clínica. O nível de concordância (coeficiente Kappa) entre as pontuações atribuídas pelos dois avaliadores excedeu 98%. Quando discordaram, um terceiro pediatra e professor experiente pontuou a resposta e foi utilizada a pontuação coincidente em duas avaliações.

Comparamos os três grupos de estudo (REL, REP e REET) em termos de médias para uma dada variável de interesse (por exemplo, valor de QI numérico) utilizando uma análise de variância com um fator. Nos casos em que a análise indicou uma diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grupos, foi utilizado o teste de comparação múltipla de Duncan para verificar entre quais grupos havia diferenças entre as médias.

O teste t de Student para amostras pareadas foi utilizado para comparar medições efetuadas na mesma unidade experimental ou em dois momentos diferentes (por exemplo, nível de conhecimento prévio da doença nas fases inicial e final do estudo).

A fim de avaliar o efeito do grupo (REL, REP ou REET) ou fase de estudo (treinamento, imediata, intermediário e final) nas pontuações de acurácia diagnóstica dos estudantes, utilizamos a análise de variância baseada em um planejamento de medidas repetidas. Este teste foi utilizado porque um mesmo aluno foi avaliado em quatro momentos distintos no estudo. Portanto, além de avaliar a influência do fator grupo de estudo, é necessário avaliar também a influência da fase de avaliação, bem como, a interação entre grupo e fase do estudo. Quando a interação é significativa, o resultado indica que existe diferença no comportamento de um fator

(por exemplo: Grupo) para cada nível do outro fator estudado (por exemplo: Fases do estudo). Nesse caso, foi utilizado o teste de comparações múltiplas de médias LSD (*Least Significant Difference*) para avaliar as diferenças encontradas dentro de cada um dos fatores estatisticamente significativos.

A análise de correlação de Pearson foi utilizada para avaliar a magnitude da associação entre duas variáveis de interesse contínuas (tais como pontuações de esforço mental e acurácia diagnóstica).

O nível de significância utilizado para as análises foi de 0,05.

RESULTADOS

Sessenta estudantes participaram no estudo: 75% eram mulheres e a idade média dos participantes era de 25,9 anos ($25,9 \pm 3,7$ anos). Não houve variação estatisticamente significativa de sexo ($p=0,17$), mas houve uma diferença na idade entre os grupos ($p=0,018$): o grupo REP era ligeiramente mais novo. O QI médio do participante foi de 124,77 ($F_2=0,880$; $p=0,42$). As características dos participantes, estratificadas por grupo experimental, são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos participantes no estudo, estratificadas por grupo experimental

	Grupos			p
	REL (n=20)	REP (n=21)	REET (n=19)	
Gênero feminino	12 (60%)	18 (86%)	16 (84%)	0,171
Idade, em anos (média \pm dp)	26,9 \pm 3,5	24,1 \pm 1,8	26,9 \pm 4,9	0,018
Quociente intelectual (média \pm dp)	125,58 \pm 8,10	122,48 \pm 8,76	126,40 \pm 12,44	0,417

Não foi encontrada qualquer diferença significativa na auto percepção do ganho de conhecimento (REL, $p=0,176$; REP, $p=0,100$; REET, $p=0,314$), mas houve uma diferença significativa na auto percepção do ganho de experiência (REL, $p<0,001$; REP, $p<0,001$; REET, $p<0,001$) quando a fase de treinamento e a de teste final foram comparadas, para todos os grupos de estudo. (Tabela 2).

Tabela 2. Medidas descritivas e comparativas entre os grupos relativamente ao grau de auto-eficácia na fase de formação (T0) e no teste final (TF)

	Auto eficácia (média \pm dp)		
	T0	Tf	p
REL (n=20)	7,29 \pm 1,10	7,23 \pm 1,18	0,673
REP (n=21)	7,57 \pm 1,14	7,78 \pm 1,07	0,221
REET (n=19)	7,49 \pm 0,82	8,01 \pm 0,77	0,018

REL - Reflexão estruturada livre; REP - Reflexão estruturada com pistas; REET - Reflexão estruturada com exemplo trabalhado.

Todos os grupos apresentaram valores médios semelhantes de auto-eficácia durante a fase inicial do estudo ($F_2; 59 = 0,355$, $p=0,703$). Após seis meses, contudo, apenas o grupo de reflexão por exemplo trabalhado (REET) mostrou um aumento significativo dos valores para esta variável ($p=0,018$).

As análises de correlação entre os resultados dos estudantes e o esforço mental envolvido no diagnóstico dos casos clínicos propostos não foram significativas em nenhuma fase do estudo.

As notas médias dos estudantes nas fases imediata, intermediária e final foram significativamente mais altas do que na fase de formação para todos os grupos ($F_{3,00}; 174,00=19,752; p<0,001$) (Tabela 3).

Tabela 3 - Medidas descritivas e comparativas dos valores de pontuação dos estudantes para o diagnóstico de doenças relacionadas com todas as síndromes medidas durante as quatro fases do estudo, por grupo de estudo

Grupo	Fase	n	Medidas descritivas			
			Mínimo	Máximo	Média	dp
REET	Treinamento	19	0,11	0,78	0,36	0,17
	Imediato	19	0,08	0,96	0,51	0,25
	Intermediário	19	0,21	0,92	0,51	0,23
	Final	19	0,08	1,00	0,54	0,23
REP	Treinamento	21	0,06	0,58	0,35	0,13
	Imediato	21	0,08	0,79	0,42	0,20
	Intermediário	21	0,17	0,79	0,49	0,19
	Final	21	0,25	0,75	0,52	0,14
REL	Treinamento	20	0,08	0,25	0,16	0,05
	Imediato	20	0,08	0,50	0,35	0,10
	Intermediário	20	0,00	0,58	0,33	0,16
	Final	20	0,04	0,83	0,45	0,18

Análise de variância por medidas repetidas (ANOVA-RM):

Fonte de variação:

Fase ($F_{3,00}; 174,00=19,752; p<0,001$)

Grupo ($F_{2,56}; 10,208; p<0,001$) Fase x Grupo ($F_{6,00}; 174,00=0,926; p=0,478$)

REL - Reflexão estruturada livre; REP - Reflexão estruturada com pistas; REET - Reflexão estruturada com exemplo trabalhado; dp - desvio-padrão

Independentemente da fase de estudo, os resultados de diagnóstico entre os estudantes dos grupos REP e REET foram superiores aos do grupo REL, com significado estatístico ($F_{2}; 58 = 10,208; p<0,001$). Não foi encontrada qualquer diferença estatisticamente significativa entre os grupos REP e REET em termos de acurácia, em qualquer fase.

Não foi encontrada interação entre grupo e fase ($F_{6,00}; 174,00=0,926; p=0,478$).

No teste final, a experiência prévia e autoeficácia estiveram associadas aos escores de acurácia diagnóstica. Nenhuma dessas variáveis mostrou relação significativamente estatística com os escores de acurácia no teste final, em nenhum dos grupos estudados.

DISCUSSÃO

O efeito a curto prazo das estratégias estruturadas de ensino sobre a acurácia diagnóstica, visto em estudos anteriores^{7,8,11-13}, foi confirmado neste estudo, onde foi encontrada uma melhor acurácia nas fases imediata e tardia entre os estudantes que utilizaram estas estratégias. Este é o primeiro estudo a provar que este efeito se mantém seis meses após a intervenção inicial.

Outros investigadores que avaliaram a retenção de conhecimentos médicos utilizando estratégias de ensino não-reflexivas observaram acentuado esquecimento dos conteúdos aprendidos, em avaliações em longo prazo.^{14,15} Em 2011, um estudo comparou a aprendizagem do currículo pediátrico entre estudantes de medicina utilizando um teste com perguntas objetivas um ano após a avaliação inicial. Estes estudantes esqueceram-se de mais de metade do conteúdo principal do currículo pediátrico que tinham anteriormente comprovado ter através de uma avaliação sumária.²⁰ Outros autores que investigaram a retenção da capacidade de prestar cuidados iniciais de RCP após três anos de formação constataram que apenas 12% dos sujeitos de teste podiam efetuar eficazmente a RCP. Além disso, verificou-se uma diminuição rápida e linear das competências em RCP ao longo do tempo, com menos de 20% dos indivíduos a atingir uma pontuação de desempenho de 75% apenas seis meses após a formação.¹⁷

A análise do efeito de diferentes estratégias de prática reflexiva sobre a acurácia diagnóstica em testes tardios era uma lacuna se ser preenchida,^{6,12} uma vez que estudos anteriores analisaram este efeito após um intervalo máximo de 14 dias.^{7,11,12} Neste estudo, os estudantes treinados para resolver casos utilizando estratégias de raciocínio baseadas em práticas reflexivas estruturadas melhoraram as suas pontuações de acurácia seis meses após a intervenção inicial. Especialmente para estudantes na fase inicial de formação, as estratégias de prática reflexiva revelaram-se benéficas.¹² Com base no reconhecimento de padrões, o

raciocínio analítico é a forma mais amplamente utilizada por estudantes com pouca experiência clínica durante esta fase de aprendizagem. Este tipo de raciocínio requer acesso automático à informação²³ e depende de um conhecimento rico e específico do conteúdo que é organizado na memória como scripts mentais de doenças associadas a diagnósticos específicos, tais como os fornecidos na reflexão por exemplo trabalhado.^{7,27,28}

A aprendizagem eficaz do raciocínio clínico baseia-se no domínio da linguagem apropriada ao campo do conhecimento, conhecida como qualificadores semânticos,²⁹ utilização lógica e integrada destes qualificadores para criar scripts mentais para doenças³⁰ e hábitos de aprendizagem contrastantes que encorajam a verificação das principais hipóteses de diagnóstico a partir de diagnósticos diferenciais.³¹ As estratégias de ensino estruturadas baseiam-se nestes pilares através da investigação de casos clínicos utilizando hipóteses e da organização do conhecimento baseado na aquisição de scripts mentais construídos por integração ordenada de um conjunto de qualificadores semânticos para cada hipótese.³²

Neste estudo, ao encorajar os estudantes a associar a apresentação clínica do caso a cada uma das hipóteses diagnósticas e depois contrasta-las durante a fase de treinamento, a estratégia de reflexão deliberada pode ter ajudado a enriquecer ou reestruturar estes scripts mentais. Além disso, facilitou o reconhecimento da doença quando o estudante lhe foi reapresentado, um efeito que se manteve durante todas as fases do estudo.

A melhoria na pontuação de acurácia diagnóstica encontrada neste estudo, seis meses após a exposição a estratégias de reflexão deliberada, alinha-se com as referências teóricas disponíveis sobre raciocínio clínico e memória. Durante o processo de raciocínio clínico, nas fases imediata, intermediária e final, os scripts mentais que foram aprendidos na fase de treinamento e armazenados na memória a longo prazo³¹ são trazidos para a memória de trabalho e integrados com os dados clínicos presentes no caso que é apresentado ao aluno^{2,32}, facilitando a deliberação interna que culmina no diagnóstico.^{33,34}

Durante tarefas com elevada demanda cognitiva, tais como um diagnóstico por um estudante com pouca experiência, a atenção a vários recursos contextuais ou a capacidade de considerar várias fontes de informação podem ser limitadas.³⁵ Ao comparar doenças para obter um diagnóstico plausível, a estratégia de reflexão estruturada fornece ao aluno um modelo organizado do script mental da doença, reduzindo a carga cognitiva extrínseca. Além disso, ao descartar informação irrelevante e limitar o número de itens a serem avaliados, a reflexão estruturada facilita a seleção e manutenção de itens que estão ativos na memória de trabalho.

Dois modelos paralelos de processamento de memória são relevantes para melhorar a compreensão do diagnóstico médico: categorização e reconhecimento.^{4,5} Ambos os modelos são favorecidos em estratégias estruturadas, especialmente aquelas que incluem orientação (através de pistas e exemplos trabalhados). Na reflexão guiada por pistas, a categorização é parcialmente apresentada ao estudante como hipóteses a serem consideradas por ordem de prioridade. Na reflexão através de exemplos trabalhados, a categorização é completa, poupando ao aluno tempo e esforço mental. Além disso, estas estratégias impedem a distração por elementos externos, ajudando os estudantes a compreender a estrutura fisiopatológica subjacente da doença em questão. Evidências recentes revelam que, no início de sua formação, quando possuem mínima experiência, os alunos devem aprender a partir da melhoria da qualidade das representações do conhecimento e devem ser ensinados a justificar todas as etapas que executam no processo de raciocínio clínico, usando dados objetivos do caso para raciocinar em direção a possíveis diagnósticos, em vez de defender um diagnóstico intuitivo.³⁶ Essa forma de treinamento clínico facilita o reconhecimento posterior de categorias de sintomas e doenças.^{37,38}

O processo de reconhecimento baseia-se em reconhecer um padrão de sintomas anteriormente vistos, recordando os detalhes de uma descrição idêntica vista num livro ou, por exemplo, quando se estuda um caso resolvido por exemplo trabalhado.³⁹ Estudos em psicologia cognitiva demonstraram que o desempenho da memória depende de uma correspondência entre as pistas presentes durante a aprendizagem inicial e aquelas fornecidas durante a recuperação.³⁷ Ao facilitar o armazenamento de scripts mentais, estratégias instrucionais baseadas em reflexões

estruturadas (especialmente com pistas ou por exemplos trabalhados) favorecem a aprendizagem e a retenção de novas informações. Quando os estudantes vêem um paciente com uma apresentação clínica semelhante à que se vê durante a aprendizagem com estas estratégias, a familiaridade pode ativar conhecimentos previamente armazenados.³⁶ E a recordação pode facilitar as associações entre informação antiga e nova na memória e ajudar a definir como a nova informação será percebida e organizada a fim de se chegar a um diagnóstico.^{5,40}

Com a aquisição continuada de novos conhecimentos, de forma organizada, reforçada por novas experiências, o aluno torna-se, gradativamente, hábil em manter representações distintas e recombina essas representações em novas formas de resolver problemas com sucesso, usando conscientemente o raciocínio analítico para identificar opções e, em seguida, comparar e contrastar, desenvolvendo e aprimorando a flexibilidade cognitiva e, conseqüentemente, sua acurácia diagnóstica.²³

O esforço de recuperação durante os testes anteriores (a hipótese de profundidade de processamento) pode ter ajudado a melhorar a acurácia durante todo o período de estudo, especialmente porque os participantes demonstravam, ao ingressar no experimento, pouco conhecimento prévio sobre as doenças cuja acurácia medimos. Um grande corpo de investigação já demonstrou que a ação direta de recuperação de informação da memória melhora a aprendizagem e a retenção do conhecimento.^{41,42} Outra hipótese que pode auxiliar a explicar o excelente desempenho das estratégias de reflexão estruturada neste estudo é o efeito de formação; o formato semelhante dos testes nas fases imediata, intermediária e final poderia evocar processos cognitivos semelhantes (hipótese de transferência apropriada).^{43,44} Os estudantes podem ter-se lembrado dos casos, o que certamente influenciou os resultados para as fases imediatas e intermediária. Contudo, é menos provável que este impacto se tenha estendido à fase final porque os estudantes não receberam qualquer estímulo para se lembrarem do conteúdo dos casos durante este intervalo. A ideia subjacente à transferência apropriada é que o desempenho da memória melhora à medida que os processos cognitivos durante a aprendizagem correspondem aos necessários durante a recuperação.⁴⁵

permitindo o acesso espontâneo e a memória de procedimentos formais aprendidos anteriormente para resolver um problema.⁴⁶

Quando os estudantes foram avaliados após a fase de treinamento, envolveram-se em processos de recuperação para acessarem a informação armazenada nas suas memórias. Os esquemas processuais e estratégicos gerados durante a fase de treinamento permitiram a construção de esquemas mentais das síndromes que surgiram nos testes subsequentes. A abstração dos esquemas mentais solicitados nos testes imediatos, intermediários e finais foi facilitada porque os procedimentos e estratégias de domínio foram bem definidos durante a fase de treinamento. Esta definição pode ter favorecido a transferência estratégica, que é o resultado de uma codificação cuidadosa durante a aquisição e abstração dos scripts mentais durante a fase de treinamento com estratégias reflexivas.⁴⁷

É também importante discutir a potencial interação entre os ganhos auto-relatados na experiência clínica e a acurácia diagnóstica, ao longo dos seis meses. Este resultado era esperado devido a um semestre a mais de atendimento ambulatorial e contato com pacientes, o que pode ter levado os estudantes a uma percepção de maior experiência adquirida. A experiência com os pacientes é essencial para estabelecer novas ligações na memória entre o material estudado e as apresentações clínicas, para desenvolver scripts de doenças e raciocinar de forma flexível com o reconhecimento de padrões. Esse fundamento, inclusive, tem balizado os novos currículos das escolas de Medicina, privilegiando o contato precoce com o paciente, desde a entrada no curso.⁴⁸ No entanto, ao proceder à análise estatística, não encontramos nenhuma associação significativa entre a autopercepção da experiência adquirida e a acurácia diagnóstica no teste final, para os casos critério. Isto pode ter ocorrido porque a maioria das doenças relacionadas com as síndromes avaliadas neste estudo são geralmente observadas em salas de emergência, clínicas ambulatoriais especializadas ou hospitais. Estes campos de estágio, na grade curricular da instituição em que a pesquisa foi realizada, estão alocados a partir do quinto ano do curso, ou seja, os alunos que participaram da pesquisa ainda não haviam estagiado nesses locais.

Outro achado interessante foi o aumento significativo da percepção dos estudantes sobre a auto-eficácia durante o teste final apenas no grupo que utilizou a estratégia de exemplo trabalhado. Considerando que todos os participantes tinham, inicialmente, experiência e conhecimento clínico limitados, os alunos que foram alocados para utilizar a reflexão por exemplo trabalhado podem ter se beneficiado da menor carga extrínseca relacionada a essa estratégia.^{6,10, 49} Os estudantes constroem e modificam as suas crenças de auto-eficácia pela sua experiência de domínio; ou seja, uma experiência pessoal de sucesso significativo será traduzida pelo indivíduo como uma competência que pode ser replicada.⁵⁰ Estas experiências podem ser generalizadas a outras ações que não o comportamento alvo. O contexto em que as experiências de sucesso ocorrem e o contexto ao qual o indivíduo atribui o sucesso (resultante de sorte ou habilidade, por exemplo) influenciarão a forma como as experiências de domínio modularão o nível de auto-eficácia.⁵¹ A estratégia de exemplo trabalhado baseia-se na comparação abrangente e detalhada dos sinais e sintomas de um paciente com os scripts da doença já disponíveis. A percepção de semelhanças e discrepâncias é o mecanismo por detrás da reestruturação do conhecimento, favorecendo a abstração e registro de informação clínica chave num esquema alinhado com a formação do script da doença. Isto encoraja os estudantes a associar os principais atributos clínicos com explicações fisiopatológicas dos processos da doença no contexto de casos clínicos, facilitando a memorização dos scripts.^{13,49,50} Esta memorização, especialmente em alunos com pouco conhecimentos ou experiência prévia (como os da nossa amostra no início do estudo), pode favorecer a modificação da forma como os alunos raciocinam clinicamente e torná-los mais auto-confiantes.

A adição de orientações à reflexão deliberada melhorou a acurácia diagnóstica dos estudantes durante todas as fases de estudo. Os grupos que utilizaram a reflexão com pistas e por exemplos trabalhados não diferiram no desempenho. Contudo, ambos os grupos excederam a acurácia diagnóstica do grupo de reflexão livre ($p < 0,001$), confirmando as conclusões de estudos anteriores utilizando as mesmas estratégias de reflexão estruturada.^{7,11-13} Isto pode resultar do fato de os participantes na investigação terem sido expostos a formas de organização de scripts mentais que são muito diferentes das estratégias habitualmente utilizadas durante a educação médica.^{52,53} As estratégias estruturadas

provavelmente encorajaram ligações entre as novas informações apresentadas durante a experiência e o conhecimento prévio de cada participante, enriquecendo a representação mental das doenças e facilitando o reconhecimento de novos exemplos de doenças nos testes.

Este estudo tem algumas limitações. Embora construídos o mais cuidadosa e autenticamente possível, os casos utilizados foram escritos. Lidar com pacientes reais, gestos e expressões e ter a capacidade de pedir informações adicionais pode ter um impacto significativo na forma como os estudantes fazem o seu diagnóstico final. Por esta razão, a transferibilidade dos nossos resultados para um ambiente clínico autêntico ou outras síndromes clínicas pode ser limitada.

Os estudantes que participaram no nosso estudo eram voluntários, e por este motivo não se pode excluir a possibilidade de um viés de seleção. Contudo, a participação voluntária associada à falta de perda de participantes, mesmo seis meses após a intervenção inicial, pode refletir o interesse exclusivo dos estudantes em melhorar os seus conhecimentos através desta experiência. A participação no estudo não teve impacto nas avaliações académicas na instituição dos estudantes, tornando improvável que estes revissem o conteúdo associado aos casos clínicos entre as diferentes fases desta experiência, minimizando assim qualquer confusão imposta pelo impacto do teste no comportamento de aprendizagem.

Também é necessário abordar uma limitação metodológica específica: embora todos os estudantes tenham tido o mesmo tempo para resolver cada caso durante a fase de formação, os estudantes do grupo de reflexão estruturada com exemplos trabalhados podem ter tido mais tempo para analisar a informação do caso do que os dos outros grupos. Não há forma de excluir a possibilidade de que as diferenças de tempo na tarefa tenham afetado as pontuações de acurácia. No entanto, investigações recentes mostram que a acurácia diagnóstica é também influenciada por diferenças na dificuldade relativa dos casos, reconhecimento da sua complexidade e déficits de conhecimento.^{54,55} Neste estudo, os três grupos foram expostos aos mesmos casos, e a auto-percepção do conhecimento prévio das doenças envolvidas na avaliação da fase de formação foi a mesma. Por esta razão, é mais provável que a maior acurácia diagnóstica verificada entre o grupo de

exemplo trabalhado nesta fase tenha resultado de ganhos na organização do conhecimento em scripts mentais sobre a doença do que do tempo gasto na análise dos dados.⁵⁴ Portanto, os nossos dados refletem provavelmente o efeito tardio de estratégias de reflexão estruturadas sobre a capacidade de acessar o conhecimento necessário para resolver os problemas clínicos apresentados.

A validade externa também pode ser limitada, uma vez que o estudo foi realizado numa única instituição. Por este motivo, as extrapolações destes resultados para outros contextos educacionais devem ser cuidadosamente avaliadas. Finalmente, o tamanho da amostra é pequeno, limitando a capacidade de detectar pequenas diferenças.

CONCLUSÃO

Estratégias de ensino de raciocínio clínico por reflexão estruturada já demonstraram efeitos positivos na acurácia diagnóstica de estudantes de Medicina, com menos esforço mental, em avaliações de curto prazo. Este estudo demonstra, de forma inédita, que esse efeito permanece após seis meses da utilização inicial da estratégia, realçando o potencial desse recurso educacional. Para fortalecer a reflexão estruturada como uma estratégia de ensino adequada, deve ser explorada a compreensão dos mecanismos pelos quais a reflexão atua sobre a aprendizagem e a aplicabilidade dessas estratégias em ambiente clínico.

REFERÊNCIAS

1. Berner ES, Graber ML. O excesso de confiança como causa de erro diagnóstico na medicina. *Am J Med*. 2008; 121(5) (suppl):2-23.
2. Pelaccia T, Tardif J, Tribby E, Charlin B. Uma análise do raciocínio clínico através de uma abordagem recente e abrangente: a teoria do processo duplo. *Med Educ Online*. 2011; 16 (1):5890.
3. Thampy H, Willert E, Ramani S. Avaliando o raciocínio clínico: Atingir os níveis superiores da pirâmide. *J Gen Interno Med*. 2019; 34(8):1631–1636.
4. Ronda A. Introdução ao raciocínio clínico. *J Eval Clin Pract*. 2001; 7(2): 109–117.
5. Higgs J, Jones M, Loftus S, Christensen N. *Raciocínio Clínico nas Profissões da Saúde*. 3. ed., Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 2008.

6. Monteiro SM, Norman G. Raciocínio diagnóstico: onde estivemos, para onde estamos a ir. *Ensinar a Aprender Med.* 2013; 25(Suppl 1):26-32.
7. Mamede S, van Gog T, Sampaio AM, Faria RMD, Maria JP, Schmidt HG. Como pode a competência diagnóstica dos estudantes beneficiar mais da prática com casos clínicos? Os efeitos de uma reflexão estruturada sobre o diagnóstico futuro das mesmas e das novas doenças. *Acad Med.* 2014; 89(1):121-127.
8. Mamede S, Figueiredo-Soares T, Elói-Santos SM, Faria RMD, Schmidt HG, van Gog T. Fomentar a capacidade diagnóstica dos alunos novatos: o valor de orientar a reflexão deliberada. *Med Educ.* 2019; 53:628-637.
9. Eva KW, Brooks LR. A sub-pesagem de diagnósticos gerados implicitamente. *Acad Med.* 2000; 75(Suppl):81-83.
10. Mayer RE & Roxana M. Nove formas de reduzir a carga cognitiva na aprendizagem multimídia. *Educ Psych.* 2003;38(1),43-52
11. Ibiapina C, Mamede S, Moura A, Elói-Santos S, van Gog T. Efeitos de uma reflexão livre, cortada e modelada sobre a competência diagnóstica dos estudantes de medicina. *Med Educ.* 2014; 48(8):796-805.
12. Fernandes RAF, Malloy-Diniz LF, de Vasconcellos MC, Camargos PAM, Ibiapina C. A adição de orientação à reflexão deliberada melhora a precisão diagnóstica do estudante de medicina. *Med Educ.* 2021; 55 (10):1161-1171.
13. Mamede S, van Gog T, Moura AS, *et al.* Reflexão como estratégia para fomentar a aquisição de competências de diagnóstico por parte dos estudantes de medicina. *Med Educ.* 2012; 46(5):464-72.
14. Arthur Jr. W, Bennett Jr. W, Stanush PL, McNelly THL. Factores que influenciam a decadência e retenção de competências: Uma revisão e análise quantitativa. *Hum Perform.* 2009; 11(1):57–101.
15. Custers EJ. Retenção a longo prazo dos conhecimentos científicos básicos: um estudo de revisão. *Advertência em Ciências da Saúde Educ.* 2010; 15:109-128.
16. Ebbinghaus H. *Memória: Uma contribuição para a Psicologia Experimental.* Nova Iorque, NY: Dover Publications, 1964. [texto original alemão publicado em 1885].
17. McKenna SP, Glendon AI. Formação profissional em primeiros socorros: Decadência nas capacidades de reanimação cardiopulmonar (RCP). *J Ocupar Psicol.* 1985; 58(2):109–117.
18. Sisson JC, Swartz RD, Wolf FM. Aprendizagem, retenção e recolha de informação clínica. *Med Educ.* 1992; 26:454-461.

19. Butler AC, Raley ND. O futuro da educação médica: Avaliar o impacto das intervenções na retenção a longo prazo e nos cuidados clínicos. *J Grad Med Educ.* 2015;7 (3): 483-485.
20. Sullivan PB, Gregg N, Adams A, Rodgers C. De que parte do currículo principal pediátrico se lembram os estudantes de medicina? *Advertência em Ciências da Saúde Educ.* 2013; 18:365-373.
21. Custers EJ, dez Cate OT. Retenção a muito longo prazo dos conhecimentos científicos básicos nos médicos após a graduação. *Med Educ.* 2011; 45(4):422-430.
22. Larsen DP, Butler AC, Roediger III HL. Efeitos comparativos entre a aprendizagem com testes e a auto-explicação na retenção a longo prazo. *Med Educ.* 2013; 47(7): 674–682.
23. Bjork RA. Considerações de memória e metamemória na formação dos seres humanos. In: Metcalfe J, Shimamura A. (Eds.). *Metacognição: Saber sobre o saber.* Cambridge, MA: MIT Press, 1994:185-205.
24. Unsworth N, Fukuda K, Awha E, Vogel EK. Memória de trabalho e inteligência fluida: Capacidade, controle de atenção, e recuperação de memória secundária. *Cogn Psychol.* 2014; 71:1–26.
25. Polydoro SAJ. Escala de autoeficácia na formação superior: construção e validação do instrumento. *Aval Psicol.* 2010; 9(2):267-278.
26. Schlottfeldt CG, Pereira DA, Carvalho AM, Malloy-Diniz LF. *O teste das matrizes progressivas de Viena. Manual da Versão Brasileira.* São Paulo, SP: Cetepp; 2014.
27. Paas F, Renkl A, Sweller J. Teoria da carga cognitiva e desenho instrutivo: Desenvolvimentos recentes. *Educ Psychol.* 2003; 38(1):1–4.
28. Durning SJ, Costanzo ME, Beckman TJ, et al. A neuroimagem funcional correlaciona a flexibilidade de pensamento e a estrutura de conhecimento na memória: Explorando as relações entre o raciocínio clínico e o pensamento diagnóstico. *Med Teach.* 2016; 38: 570–577.
29. Bordage G. Protótipos e qualificadores semânticos: do passado ao presente. *Med Educ.* 2007; 41:1117-1121.
30. Custers EJFM. Trinta anos de roteiros de doenças: Origens teóricas e aplicações práticas. *Med Teach.* 2015; 37(5):457–462.
31. Arca TK, Brooks LR, Eva KW. Os benefícios da flexibilidade: O valor pedagógico das instruções para adoptar estratégias de raciocínio de diagnóstico multifacetadas. *Med Educ.* 2007; 41(3):281-287.

32. Coderre S, Jenkins D, McLaughlin K. As diferenças qualitativas na estrutura do conhecimento estão associadas ao desempenho diagnóstico em estudantes de medicina. *Adv Health Scientist Educ.* 2009; 14(5):677-684.
33. Rottschy C, Langner R, Dogan I, *et al.* Modelação de correlatos neurais de memória de trabalho: Uma meta-análise baseada em coordenadas. *NeuroImage.* 2012; 60(1):830–846.
34. Heit E, Rotello CM, Hayes BK. Relações entre a memória e o raciocínio. *Psicol Learn Motiv.* 2012; 57:57–101.
35. Hruska P, Krigolson O, Coderre S, *et al.* Memória de trabalho, raciocínio, e perícia em medicina: conhecimentos sobre a sua relação utilizando neuroimagens funcionais. *Advertência em Ciências da Saúde Educ.* 2015; 21(5): 935-952.
36. Monteiro S, Sherbino J, Ilgen JS, Hayden EM, Howey E, Norman G. O efeito da experiência anterior no raciocínio diagnóstico: exploração do viés de disponibilidade. *Diagnóstico.* 2020; 7(3):265–272.
37. Mancinetta T, Guttormsenb S, Berendonkb C. Carga cognitiva em medicina interna: O que qualquer professor clínico deve saber sobre a teoria da carga cognitiva *Eur J Int Med.* 2019; 60:4–8.
38. Custers EJFM. Educação médica e teoria cognitiva contínua: Uma perspectiva alternativa sobre a resolução de problemas médicos e o raciocínio clínico. *Acad Med.* 2013; 88:1074–1080.
39. dez Cate O, Durning SJ. Compreender o raciocínio clínico a partir de múltiplas perspectivas: Uma visão conceptual e teórica. Em: dez Cate O, Custers E, Durning SJ. (Eds.). *Princípios e prática da educação do raciocínio clínico baseado em casos: Um método para estudantes pré-clínicos.* Switzerland, Cham: Springer: 2018; 35-46.
40. Transportador M, Pashler H. A influência da recuperação na retenção. *Mem Cogn.* 1992; 20:633–642.
41. Engle R, Kane M. Atenção executiva, capacidade de memória de trabalho, e uma teoria de dois factores de controlo cognitivo. *Psicol Learn Motiv.* 2003; 44:145-199.
42. Karpicke JD, Roediger III HL. A recuperação repetida durante a aprendizagem é a chave para a retenção a longo prazo. *J Mem Lang.* 2007; 57:151–162.
43. Pyc MA, Rawson KA. Porque é que a prática do estudo de teste é benéfica para a memória? Uma avaliação da hipótese de mudança de mediador. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn.* 2012; 38:737–46.

44. Roediger III HL, Karpicke JD. O poder da memória de teste: investigação básica e implicações para a prática educacional. *Perspect Psychol Sci.* 2006; 1:181-210.
45. Morris CD, Bransford JD, Franks JJ. Níveis de processamento versus processamento apropriado de transferência. *J Verbo Aprender Comportamento Verb.* 1977; 16 (4):519–33.
46. Raupach T, Andresen JC, Meyer K, et al. Aprendizagem do raciocínio clínico através de testes: um ensaio aleatório cruzado. *Med Educ.* 2016; 50:711-720.
47. Pbye GD. Transferência estratégica: Uma ferramenta para a resolução de problemas acadêmicos. *Educ Psychol Rev.* 1992; 4(4):393-421.
48. Bowen JL. Estratégias educacionais para promover o raciocínio diagnóstico clínico. *N Engl J Med.* 2006; 355 (21):2217-2225.
49. Szulewski A, Howes D, van Merriënboer JJG, Sweller J. Da teoria à prática: A aplicação da teoria da carga cognitiva à prática da Medicina. *Acad Med.* 2021; 96:24–30.
50. Ribeiro LMC, Mamede S, de Brito EM, Moura AS, de Faria RMD, Schmidt HG. Efeitos da reflexão deliberada sobre o envolvimento dos estudantes na aprendizagem e nos resultados da aprendizagem. *Med Educ.* 2019;53(4):390-397.
51. Bandura A. Auto-eficácia: Rumo a uma teoria unificadora da mudança de comportamento. *Psychol Rev.* 1977; 84(2): 191–215)
52. Bowen JL, dez Cate O. Pré-requisitos para a aprendizagem de princípios de raciocínio clínico e prática de educação de raciocínio clínico baseado em casos: Um método para estudantes pré-clínicos. IN dez Cate O, Custers EJFM, Durning SJ. (Ed.). *Princípios e prática da educação do raciocínio clínico baseado em casos.* Switzerlan, Cham: Springer, 2018:47.
53. van Merriënboer JJG, Sweller J. Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. *Med Educ.* 2010; 44:85-93.
54. Norman GR, Sherbino J, Dore K, et al. A etiologia dos erros de diagnóstico: uma tentativa controlada de raciocínio do sistema 1 vs. sistema 2. *Acad Med.* 2014; 89(2):277-284
55. Staal J, Alsmas J, Mamede S., et al. A relação entre o tempo para diagnosticar e a precisão do diagnóstico entre os residentes de medicina interna: uma experiência aleatória. *BMC Med Educ.* 2021; 21(1): 1-9.

6.3 Comunicado breve: Análise de esforço mental por indicadores neurobiológicos durante resolução de casos clínicos através de estratégias de raciocínio estruturado

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, pesquisadores têm estudado diferentes estratégias para o desenvolvimento do raciocínio clínico ao longo da graduação médica. Uma importante estratégia de ensino para este fim, que já demonstrou eficácia, é a reflexão estruturada,^{1,2} desenvolvida a partir da identificação, em casos clínicos, de comprovações que amparem ou refutem um diagnóstico.³ Essa técnica requer, após a leitura do caso, a elaboração de uma hipótese diagnóstica e de diagnósticos diferenciais e o retorno ao caso para identificar confirmações favoráveis ou desfavoráveis a cada diagnóstico, em um trabalho que auxilia a identificar qual das hipóteses deve prevalecer sobre as demais.⁴

Durante os experimentos com estratégias instrucionais de raciocínio clínico, medidas de carga cognitiva, especialmente através da avaliação de esforço mental, podem contribuir para fornecer uma visão mais detalhada sobre o nível de aquisição e automação de esquemas mentais,⁵ como uma medida indireta de atenção e engajamento dos alunos.^{6,7} Poucos estudos, até o momento, correlacionaram a carga cognitiva durante aprendizagem com a função cerebral,⁸⁻¹⁰ o que pode ser atribuído a dificuldades de registro de atividade cerebral, que usualmente necessitava de aparelhagem de alto custo, sem possibilidade de aplicação em atividades cotidianas e incômoda para uso prolongado. No entanto, os recentes desenvolvimentos tecnológicos facilitaram a utilização do eletroencefalograma (EEG), com custo reduzido, menor número de eletrodos, uso de solução salina para hidratação dos mesmos e conectividade sem fio.¹¹⁻¹³

Para avaliação de esforço mental através de índices neurofisiológicos coletados por EEG já existem relatos de experimentos com motoristas,¹⁴ pilotos de avião^{14,15} e estudantes de nível médio e superior¹⁶ que mostraram associação entre variações de atividade cerebral e percepção de esforço mental. Até o momento, não há trabalhos que associem estes índices com estratégias instrucionais de raciocínio clínico.

Este estudo avaliou indicadores neurofisiológicos de esforço mental, derivados de dados eletroencefalográficos coletados em estudantes de Medicina enquanto solucionavam casos clínicos a partir de diferentes estratégias de reflexão estruturada.

MÉTODOS

Participantes do estudo

Estudantes regularmente matriculados no quarto ano da Faculdade de Medicina do Centro Universitário de Belo Horizonte, no ano de 2018, foram convidados a participar do estudo. Os critérios de exclusão utilizados foram: alunos irregularmente matriculados, uso de medicação/substância com potencial de ação em sistema nervoso central nas 24 horas que antecederam a coleta ou relato de experiência prévia no conhecimento/utilização da estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição na qual foi realizada a coleta de dados, Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número 81421917.7.0000.5149. A participação dos estudantes foi voluntária e todos assinaram o termo de consentimento.

Desenho do estudo

Estudo randomizado controlado envolvendo 60 acadêmicos de Medicina do quarto ano (FIG. 1). Na etapa inicial do estudo, todos os participantes tiveram o grau de inteligência global (QI) e o nível de autoeficácia (crença e confiança que um indivíduo tem na sua capacidade de realizar com sucesso as tarefas que lhe são atribuídas)¹⁷ individualmente medidos, pois esses fatores são capazes de interferir no desempenho de funções executivas complexas. Os instrumentos utilizados foram, respectivamente, a versão brasileira do teste individual das Matrizes Progressivas de Viena (WMT-2)¹⁸ e o teste *General Self-Efficacy Scale*.¹⁷

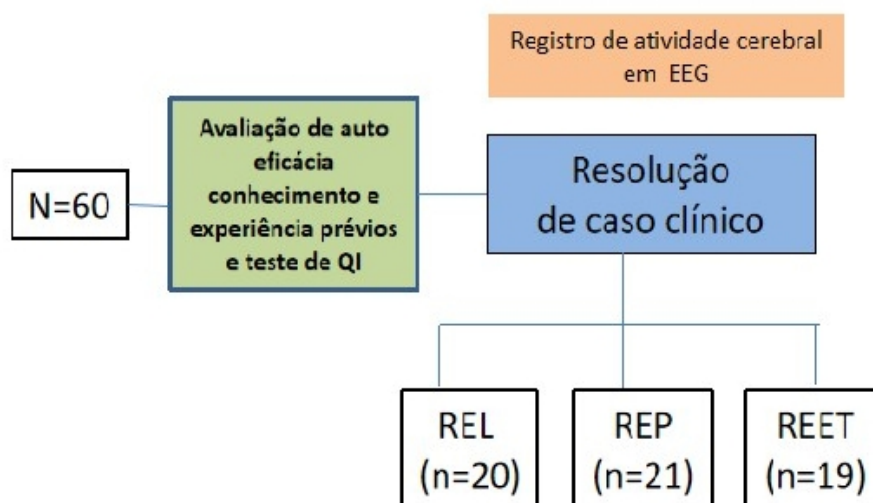


Figura 1 – Diagrama de fluxo do estudo

EEG: eletroencefalograma; REL - Reflexão estruturada livre; REP - Reflexão estruturada com pistas; REET - Reflexão estruturada com exemplo trabalhado.

Em seguida, cada participante recebeu uma lista de doenças, entre as quais constavam aquelas cujos casos seriam solucionados pelos participantes durante a coleta de dados. Na lista, o participante tinha que determinar seu grau de conhecimento com cada doença listada. Essa variável foi medida utilizando-se a escala de Likert, graduada de um a cinco, conforme o grau de conhecimento teórico que o aluno avalia ter de cada doença (1- nulo; 2- muito limitado; 3- razoável; 4- bom; 5- excelente). Para a análise dos resultados foi calculada a taxa média de conhecimento prévio, pela somatória dos escores da amostra marcados na escala de Likert do instrumento próprio para essa avaliação.

Os participantes foram distribuídos aleatoriamente entre os três grupos experimentais, denominados: “raciocínio clínico estruturado livre” (REL), “raciocínio clínico estruturado com pistas” (REP), “raciocínio clínico estruturado com estudo de exemplo trabalhado” (REET). Após, deviam solucionar ou estudar a solução de três casos clínicos (dor abdominal aguda, síndrome hematológica e síndrome respiratória), usando a estratégia de raciocínio clínico estruturado para a qual foram alocados.

Durante o experimento, os alunos tiveram cinco minutos e meio para ler o caso e resolvê-lo ou estudar sua resolução, conforme a modalidade de estratégia proposta para o grupo ao qual estavam alocados. Os participantes do grupo REL (reflexão estruturada livre) foram orientados a resolver casos clínicos usando a estratégia de reflexão estruturada proposta por Mamede *et al.*, no seu formato original.¹⁹ Em suma, os alunos devem fornecer dois diagnósticos diferenciais e contrastar diferentes elementos destes diagnósticos tendo como base o caso clínico apresentado (sinais clínicos, alterações laboratoriais, elementos que faltam no caso, mas que seriam relevantes). Nos outros dois grupos, os participantes solucionariam os casos clínicos usando o instrumento proposto para a reflexão estruturada, acrescida de elementos que, em tese, reduziriam o esforço cognitivo exigido pela tarefa e poderiam favorecer a aprendizagem.²⁰ No primeiro desses dois grupos, REP (reflexão estruturada com pistas), os pesquisadores forneciam para o participante o passo 1 da reflexão estruturada livre, isto é, os principais diagnósticos para cada caso a ser diagnosticado. No outro grupo, REET (reflexão estruturada com exemplo trabalhado), os pesquisadores apresentavam todos os passos da reflexão estruturada já resolvidos e os participantes deveriam estudar a resolução apresentada.

Registro do eletroencefalograma

O registro do EEG foi coletado usando o dispositivo Emotiv EPOC®, de 14 canais de EEG. Este dispositivo é um equipamento de EEG portátil, que permite a captação da atividade neurofisiológica. Os eletrodos são posicionados sobre os marcos anatômicos AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4, utilizando as posições predefinidas do Sistema Internacional 10-20 sobre o couro cabeludo do usuário.²¹ Dois eletrodos são utilizados na referenciação da medição da amplitude do sinal elétrico das ondas cerebrais, nas regiões A1 e A2. O EPOC® também inclui um giroscópio de dois eixos, que detecta mudanças no movimento e na orientação da cabeça do usuário. O headset pode ser colocado na cabeça com ajuste anatômico, enquanto se posicionam de forma confiável os sensores.²¹

O registro foi feito em tempo real, para avaliação de achados eletroencefalográficos correspondentes à percepção de esforço mental ao utilizar as diferentes estratégias de prática reflexiva durante a resolução de casos clínicos. A

captação de informações foi realizada sob a forma de “Raw EEG”, pelo software Emotiv Pure Xavier®.²¹ As ondas cerebrais foram verificadas em termos de amplitude (10-100 microvolts) e frequência de 1 a 80 Hz. Foram captadas quatro bandas independentes principais: delta δ (0.5- 4Hz); teta θ (4-8Hz), alfa α (8-15) e beta β (15-30Hz).

Para o processamento dos dados do EEG bruto foi utilizado o software EEGLAB®, versão 7.1.3.13 compilada, que incorpora análise de componentes independentes (ICA), análise de tempo/frequência, rejeição de artefatos e estatísticas relacionadas a eventos.²² Todos os arquivos foram importados para o software no formato *European Data Format* (EDF). Foi realizada a análise dos 14 canais disponíveis no headset, com ênfase nos representativos das áreas de interesse para a análise da tarefa cognitiva. Cada sinal registrado durante a prática dos casos gerou um arquivo com plotagem de 1 a 80 Hz. A transformada rápida de Fourier implementada no software EEGLAB® foi usada para realizar a análise espectral e calcular os espectros de potência.

Avaliação de indicadores neurofisiológicos

Para avaliação de indicadores neurofisiológicos de esforço mental²³, foram analisados: 1) Ativação do córtex pré-frontal dorsolateral^{24,25,26} : potência média dos espectros das ondas registradas em eletrodo AF3. A ativação desta região está relacionada a percepção de esforço mental na atualização de informações; motivação e engajamento, sinalizando quantidade de recursos mentais disponíveis para tomada de decisão; 2) Potência no espectro de onda beta pré-frontal^{14,23,27,28}: potência média no espectro de onda beta registrada em eletrodos pré-frontais (AF3, AF4, F3, F4, F7 e F8). Esta potência aumenta com complexidade da tarefa e reflete um estado mental de sobrecarga de trabalho; 3) Índice de engajamento na tarefa^{23,29,30}: cálculo através da fórmula $\beta/(\alpha+\theta)$; média geral dos eletrodos de todos os canais, nas frequências beta, alfa e teta. É considerado um marcador de deterioramento do envolvimento na tarefa e fadiga mental. 4) Índice de carga da tarefa^{23,31,32}: cálculo através da fórmula $\theta_{\text{frontal}} / \alpha_{\text{parietal}}$; média da frequência alfa nos canais P7 e P8 e média da frequência teta nos canais AF3, AF4, F3, F4, F7 e F8. Este índice reflete a carga cognitiva na memória de trabalho.

Para base de comparação foi utilizado o registro dos primeiros sete minutos do EEG, nos quais todos os alunos fizeram a mesma atividade (leitura das instruções iniciais do bloco de casos clínicos).

Análise de dados

Os desfechos primários avaliados foram as correlações entre os indicadores neurobiológicos de esforço mental visualizados e as estratégias de raciocínio clínico estruturadas.

A comparação entre os três grupos de estudo (REL, REP e REET) no que se refere às médias de uma determinada variável de interesse (por exemplo, valor numérico do quociente intelectual) foi realizada utilizando-se a Análise de Variância com um fator. Nos casos em que a análise indicou a existência de alguma diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grupos realizou-se as comparações múltiplas de médias segundo o teste Duncan, para verificar entre quais grupos realmente existe diferença entre as médias. Com o objetivo de comparar as 3 estratégias (Grupo de estudo) quanto às medidas dos indicadores do EEG referente aos casos clínicos aplicados nos alunos o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* foi utilizado. O nível de significância utilizado para as análises foi de 0,05.

RESULTADOS

Sessenta alunos participaram do estudo. Do total, 75% eram mulheres, e a idade média dos participantes foi de 25,9 anos ($25,9 \pm 3,7$ anos). Não houve variação estatisticamente significativa de gênero ($p=0,171$), mas houve diferença de idade entre os grupos ($p=0,018$), sendo o grupo REP um pouco mais jovem. O valor médio de quociente intelectual dos participantes foi de 124,77 ($F_2=0,880$; $p=0,417$). Em relação à autoeficácia, todos os grupos apresentaram médias semelhantes ($F_{2; 59} = 0,355$, $p=0,703$). O nível de conhecimento prévio sobre as doenças cujos casos clínicos seriam resolvidos durante o estudo também não apresentou variação significativa entre os grupos ($p=0,157$).

Não houve diferença significativa entre os indicadores neurobiológicos e as diferentes estratégias estruturadas, para nenhum dos casos clínicos (TAB. 1 a 3)

Tabela 1 - Medidas descritivas e comparativas entre os 3 grupos de estudo quanto às medidas dos indicadores neurobiológicos de esforço mental, avaliados por EEG – CASO 1

Indicador	Grupo	n	Medidas descritivas		p
			Média ± d.p.	Mediana (Q ₁ – Q ₃)	
	REE	19	0,016071 ± 0,037419	0,005559 (-0,002088; 0,009041)	
Ativação de córtex frontal dorsolateral	REF	19	-0,000724 ± 0,02929	0,001480 (-0,002577; 0,00812)	H = 3,724 0,155
	REG	19	-0,001873 ± 0,016122	-0,002521 (-0,010496; 0,007382)	
	REE	18	-0,009004 ± 0,022604	-0,002033 (-0,023786; 0,004313)	
Frequência beta pré-frontal	REF	18	0,000154 ± 0,054134	0,009271 (-0,015517; 0,01314)	H = 3,352 0,187
	REG	18	0,007096 ± 0,027185	0,00241 (-0,004442; 0,022246)	
	REE	19	0,001658 ± 0,799503	0,072049 (-0,136261; 0,523212)	
Índice de engajamento na tarefa	REF	18	-0,049676 ± 0,437261	0,106083 (-0,438321; 0,254896)	H = 1,844 0,398
	REG	17	0,309311 ± 0,494988	0,081886 (-0,026294; 0,468918)	
	REE	16	0,661046 ± 7,491122	-0,23939 (-1,890798; 1,43965)	
Índice de carga da tarefa	REF	17	2,628744 ± 11,934354	0,125469 (-2,724975; 4,768767)	H = 0,820 0,664
	REG	18	0,522831 ± 5,770845	0,488568 (-0,974865; 4,37865)	

BASE DE DADOS: 61 alunos (REE 20 alunos, REG 21 casos e REF = 20 casos)

NOTA: d.p. Desvio-padrão

p Probabilidade de significância refere-se ao teste de *Kruskal-Wallis*.

A diferença entre o total de alunos pesquisados em cada grupo e os totais de alunos apresentados na tabela para cada Grupo refere-se à quantidade de casos sem informação.

TABELA 2 - Medidas descritivas e comparativas entre os 3 grupos de estudo quanto às medidas dos indicadores neurobiológicos de esforço mental, avaliados por EEG – CASO 2

Indicador	Grupo	n	Medidas descritivas		p
			Média ± d.p.	Mediana (Q ₁ – Q ₃)	
	REE	20	0,019856 ± 0,045626	0,001505 (-0,002415; 0,019095)	
Ativação de córtex frontal dorsolateral	REF	18	0,001636 ± 0,02326	0,001248 (-0,004813; 0,012735)	H = 0,531 0,767
	REG	17	0,001598 ± 0,0125	0,001784 (-0,004573; 0,006674)	
	REE	19	-0,009811 ± 0,04329	-0,002398 (-0,009194; 0,010883)	
Frequência beta pré-frontal	REF	18	-0,005092 ± 0,062767	0,007953 (-0,020342; 0,039048)	H = 0,951 0,622
	REG	17	0,00398 ± 0,012797	0,002085 (-0,002278; 0,010758)	
	REE	19	0,029277 ± 1,312828	0,206033 (-0,015631; 0,647542)	
Índice de engajamento na tarefa	REF	17	0,139173 ± 1,049599	0,260091 (0,035313; 0,452494)	H = 2,180 0,336
	REG	17	0,121674 ± 0,600398	0,068814 (-0,107072; 0,269528)	
	REE	16	0,618739 ± 6,695217	-0,040803 (-0,953034; 1,451894)	
Índice de carga da tarefa	REF	14	-1,664292 ± 7,567381	0,467690 (-3,629659; 2,555572)	H = 0,352 0,839
	REG	16	-5,374645 ± 22,985365	0,010834 (-1,431013; 1,114597)	

BASE DE DADOS: 61 alunos (REE 20 alunos, REG 21 casos e REF = 20 casos)

NOTA: d.p. Desvio-padrão

p Probabilidade de significância refere-se ao teste de *Kruskal-Wallis*.

A diferença entre o total de alunos pesquisados em cada grupo e os totais de alunos apresentados na tabela para cada Grupo refere-se à quantidade de casos sem informação.

TABELA 3 - Medidas descritivas e comparativas entre os 3 grupos de estudo quanto às medidas de cada um dos indicadores do EEG e do grau de esforço – CASO 3

Indicador	Grupo	n	Medidas descritivas		p
			Média ± d.p.	Mediana (Q ₁ – Q ₃)	
	REE	20	0,012123 ± 0,040711	0,000487 (-0,003187; 0,011479)	
Ativação de córtex frontal dorsolateral	REF	18	-0,003313 ± 0,020107	-0,000162 (-0,007397; 0,005998)	H = 0,648 0,723
	REG	17	-0,000205 ± 0,021682	-0,000726 (-0,011548; 0,007837)	
	REE	19	-0,001915 ± 0,0689	-0,002223 (-0,017608; 0,013147)	
Frequência beta pré-frontal	REF	18	0,001796 ± 0,058297	0,006864 (-0,017606; 0,035747)	H = 1,059 0,589
	REG	17	0,003744 ± 0,020047	0,005047 (-0,005806; 0,016794)	
	REE	19	0,325803 ± 0,667719	0,183478 (0,031352; 0,385588)	
Índice de engajamento na tarefa	REF	17	0,239312 ± 0,98506	0,241342 (-0,116112; 0,715462)	H = 3,518 0,172
	REG	17	-0,103981 ± 0,539023	0,061463 (-0,095266; 0,219639)	
	REE	16	-1,421941 ± 14,154223	0,918605 (-1,60531; 1,847207)	
Índice de carga da tarefa	REF	14	-0,365352 ± 6,213717	0,286999 (-3,709235; 3,626122)	H = 0,107 0,948
	REG	16	0,335642 ± 14,630309	0,072129 (-2,119527; 2,705869)	

BASE DE DADOS: 61 alunos (REE 20 alunos, REG 21 casos e REF = 20 casos)

NOTA: d.p. Desvio-padrão

p Probabilidade de significância refere-se ao teste de *Kruskal-Wallis*.

A diferença entre o total de alunos pesquisados em cada grupo e os totais de alunos apresentados na tabela para cada Grupo refere-se à quantidade de casos sem informação.

DISCUSSÃO

Este estudo não mostrou diferença na associação entre indicadores neurobiológicos de esforço mental e utilização de diferentes estratégias de raciocínio clínico estruturado. A homogeneidade da nossa amostra, com características semelhantes entre os participantes (mesmo período de formação; conhecimento prévio das doenças, níveis de autoeficácia e quociente intelectual semelhantes), e a

utilização dos mesmos casos clínicos, com mesmo tempo de resolução e variação apenas da estratégia utilizada para resolvê-los, reforçam a importância deste achado. A estratégia de reflexão estruturada livre, quando comparada à adicionada de pistas ou exemplificada, apresenta maior carga cognitiva extrínseca e menor carga pertinente, o que intuitivamente nos leva a pensar que determinaria maior esforço mental. Em avaliações subjetivas feitas por autopercepção de esforço em escalas visuais esta percepção intuitiva é confirmada.³³⁻³⁵ A ausência de diferenças significativas em indicadores objetivos de esforço mental entre as estratégias, nesta amostra, contribui para a necessidade de novas pesquisas, direcionadas a fornecer métricas quantitativas que auxiliem alunos e professores na escolha de estratégias de ensino que potencializem o aprendizado.³⁶

O esforço mental é um processo de mobilização voluntária de recursos, que depende das demandas da tarefa em relação à quantidade de recursos que o aluno deseja ou é capaz de alocar. Quando a carga extrínseca de uma tarefa é reduzida, como nas estratégias adicionadas de orientações (guiada por pistas ou por exemplo trabalhado), os alunos podem investir a capacidade cognitiva restante em processos que contribuem para o aprendizado.³⁷ Se os alunos perceberem o aprendizado de uma tarefa como muito difícil, eles podem não estar dispostos a investir esforço mental nisso, e deixam de aprender.³⁶

Para converter o esforço mental em um objeto acessível de estudo científico, um primeiro passo útil é operacionalizá-lo em termos de processamento de informações, como a utilização de indicadores neurobiológicos do esforço, mensuráveis através de registro eletroencefalográfico, que foi o objetivo deste trabalho. A base mecanicista para o esforço mental permanece mal compreendida. Em uma rede muito grande, como as de conexões neurais envolvidas no aprendizado, sobreposição de vias (ou seja, o uso compartilhado de representações por diferentes processos) produz rapidamente gargalos que exigem gestão pela intervenção de um sistema de controle. O esforço mental seria um mecanismo regulador da capacidade de processar várias informações ao mesmo tempo.²⁵ Estratégias de ensino menos estruturadas, com maior número de informações a serem processadas, como a reflexão livre avaliada neste estudo, poderiam aumentar os gargalos e determinar pior regulação na capacidade de processamento de informações,³⁸ podendo influenciar tanto no engajamento na resolução do caso

quanto na acurácia diagnóstica. Estudos prévios detectaram menor nível de acurácia diagnóstica relacionados à estratégia livre, sem instruções adicionais.³³⁻³⁵

Os indicadores neurobiológicos de esforço são derivados da observação de alterações do ritmo cerebral, durante a realização de tarefas que exijam diferentes demandas cognitivas. Estas alterações são medidas em áreas corticais relacionadas à cognição. O córtex pré-frontal (PFC) sintetiza e representa diversas formas de informação necessárias para orientar o desempenho em tarefas complexas,³⁸ como, por exemplo, a resolução de casos clínicos. Esta região desempenha um papel importante na atenção, concentração e em funções executivas, incluindo planejamento, seleção e regulação contínua de comportamentos direcionados a objetivos.³⁹ Para este trabalho, foram selecionados indicadores que permitissem avaliar o esforço mental associado a processos de tomada de decisão (como o raciocínio clínico), considerando a hipótese de que estratégias de ensino mais estruturadas estariam associadas a menores índices de esforço mental, conforme resultados encontrados em estudos anteriores,³³⁻³⁵ que utilizaram as mesmas estratégias e avaliaram o esforço através de escalas visuais subjetivas.

A ativação do córtex pré-frontal dorsolateral (DLPFC) representa a capacidade de exercer esforço mental e de atualizar informações por tempo duradouro durante a realização de uma tarefa, informando sobre a motivação para exercer o esforço mental e decidir se envolver em um comportamento exigente e direcionado a um objetivo.²⁷ Evidências comprovam o envolvimento desta região tanto na previsão da capacidade de trabalho mental quanto na atualização dessas informações à medida que o indivíduo desenvolve fadiga crescente.²⁶

O aumento na atividade beta no PFC está associado a aumento da complexidade de tarefas^{15,31} e estresse mental.¹⁶ A variação do espectro desta potência é sensível na detecção de variações na excitação do voluntário da pesquisa devido às demandas da tarefa.²⁷ Considerando que a complexidade da tarefa também é um modulador de excitação¹² e que a excitação influencia o registro do EEG, é plausível supor que mudanças na atividade beta realmente refletem um estado mental de sobrecarga de trabalho devido à complexidade da tarefa.^{14,28} Autores utilizaram dispositivos de EEG portáteis em equipes cirúrgicas realizando procedimentos de complexidade crescente e verificaram que o aumento da atividade

beta frontal esteve diretamente relacionada a procedimentos cirúrgicos tecnicamente mais exigentes.⁴⁰

Estudos anteriores também demonstraram redução no poder espectral de alfa⁴¹ e aumento de teta⁴² associados ao aumento da dificuldade na realização de diferentes tarefas. A partir destas observações, foram criados índices neurofisiológicos associados a esforço mental.^{23,43} O índice de engajamento (razão entre a potência beta e a soma da potência teta e alfa)⁴⁴ pode ser usado para detectar a deterioração do envolvimento em uma tarefa - redução neste índice durante tarefas que exijam atenção sustentada demonstra a deterioração do engajamento ao longo do tempo.^{16,32,30} O índice de carga da tarefa (proporção da média de energia de teta frontal da linha média para a energia alfa parietal média)^{14,31} reflete a carga cognitiva na memória de trabalho e aumenta ao longo do tempo durante diferentes tarefas cognitivas.³²

É possível discutir algumas razões para a discrepância entre os achados deste trabalho e aqueles encontrados por pesquisadores que utilizaram a escala visual subjetiva para avaliação de esforço mental.³³⁻³⁵ A primeira razão pode estar associada ao desenho do estudo: embora tenham sido analisadas as janelas temporais do registro eletroencefalográfico apenas para o período relacionado ao uso da estratégia de raciocínio estruturada, não podemos descartar o registro de esforço mental associado à definição do diagnóstico do caso clínico, o que pode ser um fator de confusão. O tempo de coleta do registro de atividade cerebral pode ter sido curto para avaliação dos indicadores neurobiológicos associados à fadiga e engajamento. Entretanto, a viabilidade da coleta é uma questão importante quando os alunos precisam manter a atenção por longos períodos, pois um dos principais desafios da coleta de dados do EEG é minimizar a interferência no processo de aprendizagem enquanto maximiza a validade dos dados. Embora seja desejável coletar dados para inferir estados cognitivos, é igualmente importante que os alunos se sintam confortáveis com os sensores

Outra razão pode estar associada às limitações características do dispositivo de coleta do EEG: baixa resolução espacial e existência de sinais não-cerebrais indesejados; esta limitação foi parcialmente minimizada pela utilização de softwares de detecção automática de artefatos, para melhorar a qualidade do sinal. Cada

pessoa tem uma geometria cerebral anatômica e funcional única - ambas contribuindo para as diferenças interindividuais observadas nos sinais medidos do couro cabeludo.⁴⁵ Este fato pode dificultar a análise de modelos robustos de estimativa de estado cognitivo.

O tamanho amostral deste trabalho, embora maior que o da maioria dos estudos que utilizaram os índices neurobiológicos de esforço mental, permite que as conclusões sejam generalizáveis apenas à população amostrada, por isso é possível que a repetição do estudo em outros centros, com maior número de participantes, possa apresentar resultados diferentes.

Diferenças subjetivas na percepção do aluno sobre o conceito de esforço mental em relação ao que o pesquisador deseja objetivamente medir também podem auxiliar a explicar nossos resultados. O esforço mental investido no processo de aprendizagem e a dificuldade percebida para realizar a tarefa que permite a aprendizagem estão, em certa medida, relacionados, mas são dois conceitos diferentes, que podem levar a interpretações diferentes. O esforço mental investido na aprendizagem diz respeito a um processo, e a percepção do mesmo provavelmente envolverá mais aspectos (como a motivação, por exemplo) do que apenas a tarefa em si.^{7,37}

Tarefas de alta carga pertinente, tais como a reflexão com pistas e por exemplo trabalhado, podem requerer altos níveis de esforço mental, mas, contrariamente ao esforço da estratégia reflexiva livre ou de estratégias de ensino não reflexivas, nas quais grande parte do esforço é alocado para reduzir a carga extrínseca, nas estratégias reflexivas adicionadas de orientações o esforço é investido em processos que fomentam a aprendizagem.⁴⁶ Nas medições utilizando a escala subjetiva visual, o aluno é orientado a assinalar o esforço que despendeu para preencher ou estudar a tabela que orienta a reflexão. Na medição objetiva, através de indicadores neurofisiológicos, como neste estudo, tanto o esforço investido no processo de aprendizagem quanto aquele necessário à assimilação de novo conteúdo, ainda que apresentado de forma organizada, podem ter sido detectados, o que poderia explicar a ausência de diferença significativa entre os indicadores neurobiológicos e as diferentes estratégias estruturadas.

CONCLUSÃO

Neste estudo, não houve associação entre a medida de esforço mental por indicador neurofisiológico e uso de diferentes estratégias de reflexão estruturada para resolução de casos clínicos. Na linha de pesquisa sobre reflexão estruturada enquanto ferramenta adequada para o ensino do raciocínio clínico a alunos menos experientes, estudos que busquem medidas objetivas de esforço mental relacionadas ao uso de cada estratégia justificam-se pela possibilidade de usar tais medidas como um índice de carga cognitiva da tarefa. Este índice é um componente importante de avaliação de eficiência instrucional, contribuindo para melhorar a aplicabilidade das estratégias e abrir caminho para novas pesquisas que tenham como alvo estratégias instrucionais mais eficazes.

REFERENCIAS

1. Cutrer WB, Sullivan WM, Fleming AE. Educational strategies for improving clinical reasoning. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2013; 43(9):248-57.
2. Charlin B, Tardif J, Boshuizen H. Scripts and medical diagnostic knowledge: theory and applications for clinical reasoning instruction and research. *Acad Med*. 2000; 75(2):182–190.
3. Mamede S, Schmidt HG. The structure of reflective practice in Medicine. *Med Educ*. 2004; 38:1302–8.
4. Mamede S, van Gog T, van den Berge K, Rikers RMJ, van Saaze JLCM, et al. Effect of availability bias and reflective reasoning on diagnostic accuracy among internal medicine residents. *JAMA*. 2010; 304:1198–1203.
5. Paas F, van Merriënboer JJG, Adam JJ. Measurement of cognitive load in instructional research. *Percept Motor Skills*. 1994; 79.1: 419-430.
6. Tuovinen JE, Paas F. Exploring multidimensional approaches to the efficiency of instructional conditions. *Instruct Sci*. 2004; 32:133e152.
7. Paas F, Tuovinen J, Tabbers H, van Gerven PWM. Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory, *Educ Psychol*. 2003; 38:63–71.

8. Lina FR, Kaob CM. Mental effort detection using EEG data in E-learning contexts. *Comput Educat.* 2018; 122:63–79.
9. Wu C, Chen CM., Wu CH. Effects of different video lecture types on sustained attention, emotion, cognitive load, and learning performance. *Comput Educ.* 2015; 80:108–121.
10. Galán FC, Beal CR. EEG estimates of engagement and cognitive workload predict math problem solving outcomes. *User modeling, adaptation, and personalization Berlin Heidelberg: Springer, 2012, pp. 51–62.*
11. Paas F, van Gog T. Optimising worked example instruction: Different ways to increase germane cognitive load. *Learn Instruct.* 2006, 16:87-91.
12. Mak JN, Chan RH, Wong SW. Evaluation of mental workload in visual-motor task: Spectral analysis of single-channel frontal EEG. In: 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON). New York: IEEE, 2013, pp. 8426–8430.
13. Sun JCY, Yeh KPC. The effects of attention monitoring with EEG biofeedback on university students' attention and self-efficacy: The case of anti-phishing instructional materials. *Comput Educat.* 2017; 106:73–82.
14. Borghini G., Astolfi L., Vecchiato G., Mattia D., and Babiloni F. Measuring neurophysiological signals in aircraft pilots and car drivers for the assessment of mental workload, fatigue and drowsiness. *Neurosci. Biobehav.Rev.* 2014, 44, 58–75.
15. Berka C, Levendowski DJ, Lumicao MN, Yau A, Davis G, Zivkovic VT, et al. EEG Correlates of Task Engagement and mental workload in vigilance, learning, and memory tasks. *Aviat Space Environm Med.* 2007; 78(5):B231–B244.
16. Conrad C; Bliemel M. Psychophysiological measures of cognitive absorption and cognitive load in elearning applications. Conference Paper December 2016. Thirty Sixth International Conference on Information Systems, Dublin 2016.
17. Polydoro SAJ. Escala de autoeficácia na formação superior: construção e validação do instrumento. *Avali Psicol.* 2010; 9(2):267-278.

18. Schlottfeldt CG, Pereira DA, Carvalho AM, Malloy-Diniz LF. O teste das matrizes progressivas de Viena. Manual da Versão Brasileira. São Paulo: Cetepp, 2014.
19. Mamede S, van Gog T, Moura AS, de Faria RM, Peixoto JM, Rikers RM, et al. Reflection as a strategy to foster medical students' acquisition of diagnostic competence. *Med Educat.* 2012; 46(5):464-72.191.
20. Paas F, Renkl A, Sweller J. Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educat Psychol.* 2003; 38(1),1–4.
21. Emotiv EPOC User Manual Headset and software setup for your Emotiv EPOC neuroheadset. 2014. Disponível em: <https://www.emotiv.com/knowledge-base/where-can-i-find-a-user-manual/>. Acesso em: 13 de junho de 2021.
22. Swartz Center for Computational Neuroscience. What is EEGLAB? Site Oficial SCCN. Disponível em: <https://sccn.ucsd.edu/eeglab/index.php>. Acesso em: 19 junho 2021.
23. Ismail LE, Karwowski W. Applications of EEG indices for the quantification of human cognitive performance: A systematic review and bibliometric analysis. *PLoS ONE.* 2020, 15(12):e0242857.
24. Miller EJ; Cohen JD. An integrative Theory of prefrontal cortex function. *Annu. Rev. Neurosci.* 2001. 24:167–202.
25. Botvinick M.; Braver T. Motivation and cognitive control: from behavior to neural mechanism. *Ann rev psych* 2015, (66): 83-113.
26. Soutschek A, Tobler PN. Causal role of lateral prefrontal cortex in mental effort and fatigue. *Hum Brain Mapp.* 2020; 41:4630–4640.
27. Shenhav A, Musslick S, Lieder F, Kool W, Griffiths TL, Cohen JD, Botvinick MM. Toward a Rational and Mechanistic Account of Mental Effort. *Annu. Rev. Neurosci.* 2017. 40:99–124.
28. Okogbaa OG, Shell RL, Filipusic D. On the investigation of the neurophysiological correlates of knowledge worker mental fatigue using the EEG signal. *Appl Ergonom.* 1994; 25(6):355-365.

29. Prinzel L, Freeman F, Scerbo M, Mikulka P, and Pope A., "A Closed-Loop System for Examining Psychophysiological Measures for Adaptive Task Allocation," *Int. J. Aviat. Psychol.* 2000, 10: 4.
30. Kamzanova AT, Kustubayeva AM, and Mathews G. "Use of EEG Workload Indices for Diagnostic Monitoring of Vigilance Decrement," *Hum. Factors.* 2014, 56 (6): 1136–1149.
31. Smith M, Gevins A, Brown H, Karnik A, Du R., and Francisco S. "Monitoring Task Loading with Multivariate EEG Measures during Complex Forms of Human-Computer Interaction," *Hum. Factors.* 2001, 3 (3): 366–380.
32. Holm A, Lukander K, Korpela J, Sallinen M, and Muller K M I. "Estimating Brain Load from the EEG," *Sci. World J.* 2009, 9: 639–651.
33. Ibiapina C, Mamede S, Moura A, Elói-Santos S, van Gog T. Effects of free, cued and modelled reflection on medical students diagnostic competence. *Med Educat.* Aug. 2014; 48(Issue8):796-805.
34. Fernandes RAF, Malloy-Diniz LF, de Vasconcellos MC, Camargos PAM, Ibiapina C. Adding guidance to deliberate reflection improves medical student's diagnostic accuracy. *Med Educ.* 2021; 00:1–11.
35. van Gog T, Paas F, van Merriëboer JJG. Effects of studying sequences of process-oriented and product-oriented worked examples on troubleshooting transfer efficiency. *Learn Instruct.* 2008; 18:211e222.
36. Paas F; Tuovinen JE; van Merriënboer JJG; Dara AA. A Motivational Perspective on the Relation Between Mental Effort and Performance: Optimizing Learner Involvement in Instruction. *ETR&D*, 2005, (53), 3: 25–34.
37. Paas F, Van Merriënboer JJG. The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental-effort and performance measures. *Hum Fact*, 1993; 35:737e743.

38. Fournier LR, Wilson GF, Swain CR. Electrophysiological, behavioral, and subjective indexes of workload when performing multiple tasks: manipulations of task difficulty and training. *Int J Psychophysiol.* 1999; 31(2):129-145.
39. Miller EK. The prefrontal cortex and cognitive control. *Nat Rev Neurosci.* 2000; 1(1):59-65
40. Morales DJM, Ruiz-Rabelo JF, Diaz-Piedra C, Di Stasi LL. Detecting mental workload in surgical teams using a wearable single-channel electroencephalographic. *J Surg Educat.* 2019; 76(4):1107-1115.
41. Ryu K.; Rohae M. "Evaluation of mental workload with a combined measure based on physiological indices during a dual task of tracking and mental arithmetic," *Int. J. Ind. Ergon.* 2005, 35: 991–1009.
42. Lei S; Roetting M. "Influence of task combination on EEG spectrum modulation for driver workload estimation," *Hum. Factors*, 2011, 53 (2): 168–179.
43. Tran Y, Craig A, Craig R, Chai R and Nguyen H. (2020). The influence of mental fatigue on brain activity: Evidence from a systematic review with meta-analyses. *Psychophysiology*, 57(5), e13554.
44. Freeman FG, Mikulka PJ, Scerbo MW and Scott L. "An evaluation of an adaptive automation system using a cognitive vigilance task," *Biol. Psychol.* 2004, 67 (3): 283–297.
45. Kothe CA, Makeig S. Estimation of task workload from EEG data: new and current tools and perspectives. *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.* 2011, 6547–6551.
46. van Gog T, Paas F. Instructional efficiency: Revisiting the original construct in educational research. *Educat Psychol.* 2008; 43:16-26.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Minha chegada ao território da pesquisa não foi um desejo. Fruto da necessidade de aprimoramento para algo que amo fazer - lecionar - a pesquisa, inicialmente, tanto no mestrado (cursado na Santa Casa de BH) quanto no doutorado, foi por mim encarada como “um mal necessário”. Hoje sei que, longe de ser um mal, é extremamente necessário que nós, professores, sejamos também pesquisadores, pois a pesquisa amplia e refina nosso modo de pensar. Com todos os percalços de lidar com este tema fascinante, mas ainda pouco estudado (efeito tardio de estratégias instrucionais, Neurociências e aprendizado), fui aprendendo, com grande ajuda da pandemia de COVID-19, o que é ser resiliente.

Eu, que fui uma aluna mediana em Neuroanatomia e que mal sei programar meu celular para funcionar de forma mais ágil, vi-me às voltas com um dispositivo de interface cérebro-computador que, por várias vezes, desafiou a mim e a meus alunos de iniciação científica. Diversas vezes acreditamos que ele tivesse vida própria, pois, no início de nosso relacionamento, ele funcionava quando queria - em alguns dias emburrava, em outro trabalhava maravilhosamente. Até que, com a preciosa ajuda dos técnicos do laboratório de informática do UNIBH e com o auxílio internacional do suporte técnico do Emotiv (que, de quebra, me ajudou a melhorar meu inglês), conseguimos domá-lo. E os resultados aí estão: de forma inédita, conseguimos registrar a atividade cerebral de acadêmicos de Medicina durante a resolução de casos clínicos.

Não foi fácil, e continua não sendo. Os percalços relacionados à coleta mostraram-se pequenos quando comparados àqueles relacionados ao processamento e análise de dados. Novamente fui convidada a sair de minha zona de conforto e ler muito, muito mesmo, sobre esforço mental de pilotos de aviação, estratégias de marketing baseadas em registros de atividade cerebral e atenção, entre outras tecnologias que não fazem parte do meu cotidiano. Eu e Dr. Cassio, meu querido e *zen* orientador, procuramos muito até encontrar alguém com experiência na análise de EEG e em Psicologia Cognitiva. Agradecemos imensamente ao Dr. Henrique Teruo e ao Dr. Álvaro Machado, que aceitaram o desafio conosco. Agradeço também ao Dr.

Leandro Malloy que, com sua genialidade, apontou caminhos e despertou inquietações que me fizeram ir além.

Há muitos dados coletados em relação ao EEG que possibilitarão outras pesquisas, outros artigos, em momento próprio, com a visão de novas pessoas. Para esta tese, considero o objetivo alcançado: conseguimos mostrar que as estratégias que utilizam a prática reflexiva para o ensino do raciocínio clínico, especialmente as estruturadas, têm impacto positivo em longo prazo. Além disso, conseguimos utilizar um dos dados coletados pelo EEG portátil para avaliar a métricas de esforço mental, colocando nosso tijolinho nessa enorme construção do conhecimento sobre educação médica. É só o começo.

A melhor parte deste trabalho foi perceber que me sinto mais feliz e mais forte ao final da jornada. Posso ter contribuído cientificamente para a educação médica, mas o que o doutorado fez por mim, especialmente para minha prática profissional, supera de longe, a meu ver, a contribuição científica. Um professor não se faz apenas a partir de sua dimensão acadêmica, mas também social, pessoal e vocacional. Somos chamados a repensar, para muito além de nosso papel formativo, como podemos transformar para melhor nossa atividade didática, especialmente voltada para a aprendizagem centrada no aluno e no uso de novas tecnologias educacionais, sem esquecer a necessidade de integrar ensino, pesquisa e extensão. Devemos focar no alvo de nosso trabalho: uma formação médica (e cidadã) crítica e reflexiva, com forte coesão entre teoria e prática, conhecedora das limitações de cada cenário e altamente envolta em humanização.

Várias dessas habilidades me foram dadas nessa caminhada de quase quatro anos. Muitas vezes repetimos uma forma de ensinar a qual fomos expostos – “se deu certo pra mim, por que não dará certo para meu aluno?”, esquecendo-nos das particularidades da geração atual, extremamente ligada em tecnologias e desafios. Não basta apenas dominar o conteúdo e ser um bom profissional médico em sua prática de atendimento. Há que se atrever a conceber e implementar soluções pedagógicas adequadas à aprendizagem dos estudantes de hoje. E, ao fazer parte desta linha de pesquisa sobre estratégias, vivenciei o quanto a teoria e a prática inerentes a esta pesquisa me transformaram e me propiciaram a oportunidade de

ser empática em relação a um aprendizado mais acessível, técnico, prazeroso e que produza resultados duradouros. Com os resultados da pesquisa, pude perceber como houve ganho de conhecimento e eficácia entre os alunos, especialmente ao utilizar o exemplo trabalhado, que agora é parte permanente no meu arsenal de ferramentas para o ensino do raciocínio clínico.

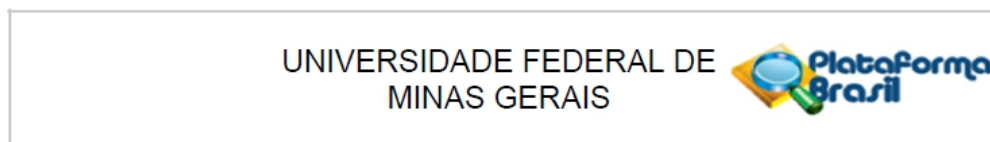
Agradeço imensamente ao Dr. Marcos Vasconcellos e à Dr^a. Raquel Fernandes, que formaram a base deste trabalho em conjunto com o Dr. Cássio, e espero que tenham orgulho dos vários frutos que virão de seu esforço inicial; agradeço também ao Dr. Alexandre Moura, nosso companheiro de última hora que, com seu olhar arguto e preciso, auxiliou na revisão dos resultados e na escrita do artigo original número 2, agregando qualidade e novas ideias à introdução desta tese.

Até o momento, não há modelo de raciocínio clínico que, se aplicado, possa explicar como e por que alunos de sucesso chegam ao diagnóstico correto, enquanto alunos malsucedidos não. O aprimoramento do raciocínio clínico envolve diferentes categorias de conhecimento, bem como várias habilidades cognitivas, e é chave para melhorar a acurácia diagnóstica. Na universidade, tradicionalmente o foco está no ensino do conhecimento médico, a fim de dar ao aluno uma base para a resolução de problemas clínicos reais dos pacientes. Entretanto, a estruturação do diagnóstico ultrapassa o aprendizado sobre características da doença e depende de diferentes formas de conhecimento: conceitual (elementos básicos que se deve saber para se familiarizar com uma disciplina ou resolver problemas nela); estratégico (métodos de inquérito e critérios para o uso de habilidades, algoritmos e técnicas para a execução de uma tarefa); condicional (inter-relações entre os elementos básicos dentro de uma estrutura maior que lhes permita funcionar juntos) e metacognitivo (conhecimento sobre tarefas cognitivas e autoconhecimento).

Estudantes de Medicina têm dificuldades em aplicar o conhecimento conceitual a casos clínicos. Espero que este trabalho, e outros que virão com nossa linha de pesquisa, possam transformar essa realidade e mostrar aos alunos que aprender “para a vida” não precisa ser sofrido, solitário ou desprazeroso, além de instrumentalizar os professores médicos com estratégias úteis, práticas e que promovam aprendizado duradouro.

ANEXOS E APÊNDICES

Anexo A - Parecer ético do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise por interface cérebro-computador de Potenciais Evento Relacionados e de sua relação com acurácia diagnóstica em estudantes de Medicina submetidos a diferentes estratégias de raciocínio reflexivo

Pesquisador: cassio da cunha ibiapina

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 81421917.7.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.510.468

Recomendações:

Recomenda-se a aprovação do projeto de pesquisa. Gentileza iniciar o TCLE como texto no formato de um convite ao participante, acrescentar endereço completo e telefone do pesquisador e especificar que o papel do COEP é esclarecer quanto a questões éticas relacionadas ao projeto de pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Somos favoráveis à aprovação do projeto "Análise por interface cérebro-computador de Potenciais Evento Relacionados e de sua relação com acurácia diagnóstica em estudantes de Medicina submetidos a diferentes estratégias de raciocínio reflexivo" do (a) pesquisador(a) responsável Prof.(a) Dr (a.) Cassio da Cunha Ibiapina.

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado conforme parecer.

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o COEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 23 de Fevereiro de 2018

Assinado por:
Vivian Resende
(Coordenador)

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Anexo B – Autorização para realização de pesquisa no curso de Medicina do UNIBH



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DE PESQUISA

Eu, **Natália Cristina Ribeiro Alves**, Diretora de Desenvolvimento Acadêmico e Inovação, tenho ciência e AUTORIZO **Gabriela Araújo Costa**, professora do curso de Medicina do Instituto Mineiro de Educação e Cultura, a instalar o software EMOTIV e realizar os registros para seu projeto de doutorado "*Análise por interface cérebro-computador de potenciais evento-relacionados e de sua relação com acurácia diagnóstica em estudantes de Medicina submetidos a diferentes estratégias de raciocínio reflexivo*", nos laboratórios de informática da instituição. O objetivo do projeto é avaliar o registro eletroencefalográfico associado a atenção e cognição em estudantes de Medicina submetidos a diferentes estratégias de ensino do raciocínio clínico.

Essa autorização está sendo concedida desde que os seguintes compromissos sejam respeitados pelos pesquisadores:

1. Utilizarem as informações obtidas única e exclusivamente para a execução do presente projeto;
2. Assegurarem o sigilo sobre o nome da instituição, do grupo mantenedor e de outras instituições pertencentes ao grupo;
3. Assegurarem que informações sigilosas e/ou estratégicas da instituição não serão divulgadas;
4. Obedecerem às disposições éticas de proteger os participantes da pesquisa, garantindo-lhes o máximo de benefícios e o mínimo de riscos;



5. Assegurem a privacidade das pessoas citadas nos documentos institucionais e/ou contatadas diretamente, de modo a proteger suas imagens;
6. Garantirem a não utilização das informações coletadas em prejuízo das pessoas citadas nos documentos institucionais e/ou contatadas diretamente, bem como da instituição;
7. Apresentarem para leitura prévia a versão final do trabalho para verificação do cumprimento dessas condições.

Belo Horizonte 12 de dezembro de 2017

Natália Cristina Ribeiro Alves

Coordenação de Pesquisa, Extensão e Inovação Acadêmica
Diretoria de Desenvolvimento Acadêmico e Inovação
Centro Universitário de Belo Horizonte - Unibh

Anexo D - Escala de autoeficácia

Este instrumento foi desenvolvido para nos ajudar a identificar a autoeficácia acadêmica de estudantes do ensino superior. Por favor, indique quanto você se percebe capaz de realizar as situações propostas em cada uma das questões que se seguem, considerando sua experiência de formação atual. Marque sua resposta em uma escala de (1) a (10), considerando um contínuo entre pouco e muito. Não existem respostas certas ou erradas. Suas respostas são confidenciais. Por favor, não deixe itens em branco.

Agradecemos sua cooperação.

Data:/...../.....

Código de identificação:

Data de nascimento:/...../..... Sexo: masculino () feminino ()

Instituição de ensino:.....

Período que está cursando:.....

Pretende continuar o curso atual? sim () não ()

Exerce atividade remunerada? sim () não ()

Esta atividade:

() ocorre em períodos alternados ou sem horário fixo

() ocupa apenas um período do dia

() é em tempo integral

Número médio de horas semanais de trabalho:

Se desejar, utilize o espaço abaixo para escrever comentários sobre a sua experiência de formação.

Pouco.....Muito

1	Quanto eu sou capaz de aprender os conteúdos que são necessários à minha formação?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2	Quanto eu sou capaz de utilizar estratégias cognitivas para facilitar minha aprendizagem?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
3	Quanto eu sou capaz de demonstrar, nos momentos de avaliação, o que aprendi durante meu curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
4	Quanto eu sou capaz de entender as exigências do meu curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
5	Quanto eu sou capaz de expressar minha opinião quando outro colega de sala discorda de mim?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
6	Quanto eu sou capaz de pedir ajuda, quando necessário, aos colegas nas atividades do curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
7	Quanto eu sou capaz de reivindicar atividades extracurriculares relevantes para a minha formação?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
8	Quanto eu sou capaz de planejar ações para atingir minhas metas profissionais?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
9	Quanto eu sou capaz de refletir sobre a realização de minhas metas de formação?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
10	Quanto eu sou capaz de selecionar, entre os recursos oferecidos pela instituição, o mais apropriado à minha formação?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
11	Quanto eu sou capaz de aplicar o conhecimento aprendido no curso em situações práticas?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
12	Quanto eu sou capaz de estabelecer condições para o desenvolvimento dos trabalhos solicitados pelo curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
13	Quanto eu sou capaz de trabalhar em grupo?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
14	Quanto sou capaz de compreender os conteúdos abordados no curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
15	Quanto eu sou capaz de manter-me atualizado sobre as novas tendências profissionais na minha área de formação?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
16	Quanto eu sou capaz de tomar decisões relacionadas à minha formação?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
17	Quanto sou capaz de cooperar com os colegas nas atividades do curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
18	Quanto eu sou capaz de esforçar-me nas atividades acadêmicas?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
19	Quanto eu sou capaz de definir, com segurança, o que pretendo seguir entre as diversas possibilidades de atuação profissional que existem na minha área de formação?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
20	Quanto eu sou capaz de procurar auxílio dos professores para o desenvolvimento de atividades do curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
21	Quanto sou capaz de motivar-me para fazer atividades ligadas ao curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
22	Quanto eu sou capaz de estabelecer minhas metas profissionais?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
23	Quanto sou capaz de estabelecer bom relacionamento com meus professores?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
24	Quanto eu sou capaz de cumprir o desempenho exigido para aprovação no curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
25	Quanto sou capaz de contribuir com ideias para a melhoria do meu curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
26	Quanto eu sou capaz de terminar trabalhos do curso dentro do prazo estabelecido?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
27	Quanto eu sou capaz de planejar a realização das atividades solicitadas pelo curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
28	Quanto eu sou capaz de perguntar quando tenho dúvida?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
29	Quanto eu sou capaz de estabelecer amizades com os colegas do curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
30	Quanto eu sou capaz de atualizar os conhecimentos adquiridos no curso?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
31	Quanto eu sou capaz de resolver problemas inesperados relacionados à minha formação?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
32	Quanto eu sou capaz de preparar-me para as avaliações?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
33	Quanto eu sou capaz de aproveitar as oportunidades de participar em atividades extracurriculares?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
34	Quanto eu sou capaz de buscar informações sobre os recursos ou programas oferecidos pela minha instituição?	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Anexo E – Orientações aos participantes – Fase de treinamento

Caro participante,

Neste material estão apresentados 12 casos clínicos baseados em pacientes reais. Cada caso será trabalhado em duas fases, num tempo total de sete minutos para cada caso. Nós controlaremos o tempo de trabalho.

Na primeira fase, você terá até 1,5 minuto para a leitura do caso clínico e registro do diagnóstico que considere o mais provável. Estamos interessados em obter a primeira impressão diagnóstica que lhe vem à mente. Muitas vezes, o primeiro diagnóstico que vem à mente do médico é o diagnóstico correto. Esse tempo se mostrou suficiente em estudos anteriores, e é o tempo máximo que você terá. Procure ser o mais rápido possível em escrever a sua primeira impressão diagnóstica assim que terminar a leitura. Escreva seu diagnóstico da forma mais precisa e específica possível. Por exemplo, “anemia ferropriva” é mais preciso do que “anemia carencial” ou simplesmente “anemia”. Escreva uma única hipótese diagnóstica nessa primeira fase.

Completado 1,5 minuto, nós comunicaremos, e se você ainda não tiver escrito o diagnóstico do caso, você deve fazê-lo de imediato e virar a página para o início da segunda fase de trabalho do caso.

Na segunda fase, o caso clínico está reapresentado e você deverá desenvolver o raciocínio clínico, conforme as orientações específicas, no tempo de 5,5 minutos. Finalizado esse tempo, nós comunicaremos e você deverá virar a página e aguardar a ordem para iniciar o trabalho do caso subsequente.

É preciso que todos os participantes utilizem o mesmo tempo total para cada caso (sete minutos). Por isso, você receberá o seu bloco de casos, mas só deverá iniciar os trabalhos de cada caso e passar para o caso subsequente quando autorizado. É importante seguir as instruções, e lembre-se de registrar o horário de início e término de cada atividade.

Para facilitar sua compreensão quanto à execução da atividade, nesse bloco que você receberá agora existe um “caso exemplo”.

O estudo visa avaliar formas diferentes de se ensinar o raciocínio clínico. Finalizada a coleta de dados, faremos o *feed-back* com explicação de todos os casos. Por favor, não discutam com os colegas sobre a dinâmica de seu grupo nem sobre os diagnósticos aventados.

Bom trabalho!

Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Titulo do Projeto: Análise por interface cérebro-computador de potenciais evento-relacionados e de sua relação com acurácia diagnóstica em estudantes de Medicina submetidos a diferentes estratégias de raciocínio reflexivo

Prezado(a) estudante,

Um dos desafios enfrentados por um professor de Medicina é contribuir para que seus alunos adquiram os conhecimentos e desenvolvam a capacidade necessária para fazer o diagnóstico diferencial dos problemas clínicos mais relevantes. Isso envolve o domínio de grande quantidade de informações sobre os mecanismos fisiopatológicos subjacentes às doenças ou às suas manifestações clínicas, além do desenvolvimento de habilidades para aplicar tais conhecimentos na resolução de problemas clínicos. Como docentes preocupados com a educação médica e particularmente com o ensino docente-assistencial, consideramos importante avaliar se a técnica de resolução de casos clínicos simulados, baseados em casos reais, poderia favorecer mais acurácia diagnóstica.

Entender os mecanismos cerebrais envolvidos nessa técnica pode contribuir para o desenvolvimento e aprimoramento dessa metodologia. Com esse objetivo, estamos conduzindo este estudo no qual você precisará resolver alguns casos clínicos, de acordo com as orientações fornecidas por um dos pesquisadores por meio de intervenção educacional. Durante a resolução, você utilizará uma interface cérebro-computador que registrará sua atividade cerebral, chamada EMOTIV, que se trata de um dispositivo portátil caracterizado por eletrodos que são ajustados ao couro cabeludo e captam a atividade cerebral, transmitindo-a, via *wireless*, a um computador no qual um *software* fará o processamento e leitura das ondas cerebrais.

Essa tarefa será executada em duas sessões diferentes de atividade prática; na primeira, você deverá analisar e indicar os diagnósticos de dois conjuntos de casos clínicos. Para a realização da atividade do primeiro conjunto de casos, você terá o tempo total de 84 minutos. Após intervalo de 30 minutos, você terá mais 60 minutos para a execução da atividade do segundo conjunto de casos clínicos.

Na semana seguinte e seis meses após a etapa descrita, você fará outra sessão de tarefas, com duração de uma hora, que também incluirá a análise de casos clínicos. Os casos, todos baseados em pacientes reais, com diagnóstico confirmado, serão apresentados e você dará o diagnóstico mais provável além de diagnósticos diferenciais.

Durante a coleta dos dados, você poderá sentir leve desconforto na cabeça pela utilização do dispositivo EMOTIV, que será minimizado por pausas regulares para a retirada do dispositivo durante a resolução dos casos clínicos.

Embora seja muito importante para a nossa pesquisa a sua participação, você tem liberdade de escolher participar ou não, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.

Os dados colhidos serão utilizados apenas para a pesquisa proposta, não podendo servir para avaliação em qualquer disciplina do curso ou para qualquer outro fim. Não é necessária a identificação do aluno e seus resultados não serão divulgados individualmente, sendo do conhecimento apenas dos pesquisadores.

Durante o projeto, você poderá se dirigir aos pesquisadores mencionados a seguir, para quaisquer esclarecimentos, ou ao Comitê de Ética em Pesquisas da UFMG, situado à Avenida Presidente Antônio Carlos, 6.627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901 - Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005 - Telefone: (031) 3409-4592 - *E-mail*: coep@prpq.ufmg.br

Pesquisadores responsáveis:

Prof. Cássio da Cunha Ibiapina – cassioibiapina@terra.com.br

Prof^a. Gabriela Araujo Costa – gabiocl@gmail.com

Após ter lido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido referente ao projeto “Análise por interface cérebro-computador de potenciais evento-relacionados e de sua relação com acurácia diagnóstica em estudantes de Medicina submetidos a diferentes estratégias de raciocínio reflexivo” e ter tido oportunidades para esclarecer todas as minhas dúvidas, concordo em participar da pesquisa. Assino o

presente termo de consentimento livre e esclarecido e recebo uma cópia deste documento.

Assinatura:

Data: __/__/__

Endereço: _____

Telefone para contato: _____

Apêndice B - Questionário sociodemográfico

Pesquisa: Análise por interface cérebro-computador de potenciais eventos relacionados e de sua relação com acurácia diagnóstica em estudantes de Medicina submetidos a diferentes estratégias de raciocínio reflexivo

Número de matrícula do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Período que cursa atualmente: _____

1- Gênero: () Masculino () Feminino

2- Graduiu-se em outro curso da área da saúde antes de cursar Medicina?

() Sim () Não

Qual curso: _____

3- Exerceu (ou exerce) atividade profissional na área de saúde antes de cursar Medicina?

() Sim () Não

Durante _____ anos _____ meses

4- Tem filho(s)?

() Sim () Não

Idade do(s) filho(s): _____ (coloque em meses ou anos)

5 – É portador de alguma doença mental?

() Sim () Não

Se sim, qual? _____

6 – Utilizou, nas últimas 24 horas, medicação/substância com potencial de ação em sistema nervoso central (exemplo: antidepressivos, benzodiazepínicos, drogas ilícitas, energéticos ou similares?)

() Sim () Não

7 – Tem experiência prévia no conhecimento/utilização da estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos?

() Não conheço a estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos

() Conheço a estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos, mas nunca a utilizei

() Conheço a estratégia de raciocínio clínico reflexivo para a resolução de casos clínicos e já a utilizei

Apêndice C - Questionário para pareamento de amostra na quarta fase (teste final)

Pesquisa: Análise por interface cérebro-computador de potenciais evento-relacionados e de sua relação com acurácia diagnóstica em estudantes de Medicina submetidos a diferentes estratégias de raciocínio reflexivo

Número de matrícula do participante: _____

- 1- Desde sua última participação na pesquisa, em _____, você participou de alguma atividade extracurricular em Pediatria ? (congresso, seminário, liga acadêmica, estágio, etc)

Sim () Não ()

Se sim, especifique qual atividade, mês de realização e a carga horária aproximada:

Alguma atividade (curricular ou extracurricular) que utilizou a mesma estratégia de raciocínio clínico reflexivo para resolução de casos clínicos aplicada na pesquisa?

Sim () Não ()

Se sim, especifique qual atividade, mês de realização e a carga horária aproximada:

- 2- Numa escala de 1 a 9, como você classifica o quanto a sua participação na pesquisa modificou a sua maneira de estudar?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Não modificou

Modificou completamente

- 3 - Por favor, confirme seu email no espaço abaixo

- 4 - Utilize o espaço abaixo para críticas e sugestões em relação à pesquisa.

Obrigada! Sua participação foi extremamente valiosa e nos auxiliará a compreender e melhorar as estratégias de ensino médico!

Apêndice D – Carta convite-para participação no estudo

Olá, pessoal!

Meu nome é Gabriela e sou professora do núcleo de Pediatria, nas disciplinas de Propedêutica II (5º período), Pediatria I (7º período) e Pediatria II (8º período).

Conforme contato feito previamente, estou desenvolvendo um estudo sobre o impacto de diferentes formas de ensino do raciocínio clínico na acurácia diagnóstica de alunos do nosso curso. Este estudo faz parte de uma linha de pesquisa multicêntrica (com a UFMG e a Universidade de Erasmus, na Holanda), com o objetivo de aprimorar a educação médica. Ao participar do estudo, vocês terão uma ótima oportunidade para aumentarem seus conhecimentos e incrementarem sua formação.

Devido à importância do máximo de dedicação do participante durante a realização das tarefas propostas ao longo de seis meses, é essencial que estejam de fato envolvidos e participem como voluntários. As atividades propostas ocorrerão em horários que não comprometam as atividades curriculares. Meu interesse não é avaliar os participantes individualmente, apenas o impacto das diferentes formas de raciocínio clínico no acerto do diagnóstico, para encontrar a melhor forma de se ensinar o raciocínio clínico para alunos do quarto ano do curso.

A coleta de dados ocorrerá no Uni e envolve três dias, com intervalo de sete dias entre o primeiro e o segundo dia e seis meses entre o primeiro e o terceiro dia. No primeiro dia, os participantes serão randomizados entre três grupos de estudo para um treinamento com três diferentes metodologias de raciocínio clínico durante a solução de 12 casos clínicos. Nesse dia também será feita uma coleta de registro de eletroencefalograma por meio de um dispositivo portátil individual que será encaixado na cabeça de vocês, para avaliarmos indicadores neurobiológicos que possam estar associados ao aprendizado. Essa atividade dura no máximo 1:30h.

Depois de um intervalo com lanche oferecido pelos pesquisadores, mais 12 casos clínicos deverão ser solucionados para testar o aprendizado em até 60 minutos.

Sete dias depois, haverá outro encontro para a solução de mais 12 casos clínicos (tempo máximo de 60 minutos). Nessa ocasião, aplicaremos também um teste de inteligência *online*, individual. Seu tempo de duração é de, no máximo, 20 a 30 minutos. Após seis meses, repetiremos a etapa para solução de mais 12 casos clínicos (tempo máximo de 60 minutos).

A grande oportunidade de participação no estudo será a exposição a mais de 40 doenças extremamente relevantes em Pediatria, tanto na vida real como em concursos futuros de residência médica.

Preciso que confirmem a participação até a véspera das atividades, para que eu possa preparar o material de trabalho e o lanche de acordo com o número de participantes. Podem confirmar pelo meu *e-mail*: gabriela.costa@prof.unibh.br ou pelo telefone xxx (*WhatsApp*) ou pelo contato com os alunos que fazem parte do projeto de pesquisa (Maria Clara telefone xxx (*WhatsApp*), Beatriz Tiburcio telefone xxx (*WhatsApp*), Lucas Torquette telefone xxx (*WhatsApp*) e Isabela Val telefone xxx (*WhatsApp*)). Podem também entrar em contato se quiserem algum outro esclarecimento antes de confirmar a participação no estudo.

Tenho certeza de que vocês vão gostar da participação e de que ela contribuirá na formação de vocês!

Abraços,

Professora Gabriela

Apêndice E - Artigo original

CONHECIMENTO, ACURÁCIA DIAGNÓSTICA E ESFORÇO MENTAL DURANTE
RESOLUÇÃO DE CASO CLÍNICO POR ESTUDANTES DE MEDICINA

RELATIONSHIP BETWEEN KNOWLEDGE, DIAGNOSTIC ACCURACY AND
MENTAL EFFORT DURING CLINICAL CASE RESOLUTION BY MEDICAL
STUDENTS

DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.2317-6032.2021v25n2.55311>